

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE
UNTERSUCHUNGEN VON SCHWEINEKOT
BEI SPONTANER UND PROVOZIERTER
DIARRHOE

Bruno Schorn

1902

Aus der Medizinischen Tierklinik
(Lehrstuhl für Innere Krankheiten der Klauentiere)
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. G. Dirksen)
Arbeit angefertigt unter Leitung von: Prof. Dr. W. Bollwahn

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHWEINEKOT BEI
SPONTANER UND PROVOZIERTER DIARRHOE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Bruno Schorn
aus
Kehlbach

München 1982

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:..... Prof. Dr. G. Terplan.....

Referent:..... Prof. Dr. W. Bollwahn.....

Korreferent:..... Prof. Dr. D. Stavrou.....

Tag der Promotion:..... 30. Juli 1982.....



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. SCHRIFTTUM	2
2.1 Koteigenschaften von gesunden und an Durchfall erkrankten Tieren, sowie ihre Beeinflußbarkeit durch die Fütterung	2
2.1.1 Kotzusammensetzung	2
2.1.2 Kotmenge	2
2.1.3 Trockensubstanz- und Wassergehalt	3
2.1.4 Kotkonsistenz	5
2.1.5 pH-Wert	6
2.1.6 Partikelgröße	6
2.2 Die Durchgangszeit der aufgenommenen Nahrung durch den Verdauungskanal einiger Haustiere	7
2.3 Die Änderung des Harnvolumens beim Durchfall	13
2.4 Durchschnittliche tägliche Zunahmen bei gesunden und kranken Tieren	13
2.5 Pathogenese einiger Durchfallerkrankungen	15
2.5.1 Fütterungsbedingter Durchfall	15
2.5.2 Infektiöser Durchfall	16
2.5.2.1 E. coli	16
2.5.2.2 TGE	17
2.5.2.3 Schweinedysenterie	18
2.6 Wirkungsmechanismen einiger laxierend wirkender Stoffe	18
2.6.1 Salinische Abführmittel	18
2.6.2 Anthrachinone	19
2.6.3 Hydroxyfettsäuren, Rizinusöl	19
2.6.4 Diphenolische Laxanzien	19
2.6.5 Gallensäuren	20
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	22
3.1 Vorversuche zur Bestimmung der Durchgangszeit der Nahrung durch den Verdauungskanal sowie zum Auslösen des Durchfalls	22
3.1.1 Versuchstiere und Methoden	22
3.1.2 Ergebnisse (Vorversuche)	26
3.1.2.1 Bestimmung der Futterdurchgangszeit	26

	Seite
3.1.2.2 Versuche zur Auslösung diätetisch be-	
dingten Durchfalls	30
3.1.2.3 Versuche zur Auslösung medikamentellen	
Durchfalls	33
3.1.3 Besprechung der Ergebnisse der Vorversuche	40
3.2 Hauptversuche	43
3.2.1 Versuchstiere und Haltungsbedingungen	43
3.2.2 Untersuchungsmethoden	44
3.2.3 Ablauf eines Hauptversuches	46
3.2.4 Ergebnisse der Hauptversuche	47
3.2.4.1 Glaubersalz-Versuch	48
3.2.4.2 Aloe-Versuch	51
3.2.4.3 Rizinusöl-Versuch	54
3.2.4.4 Infektionsversuch mit E. coli	56
3.2.4.5 Infektionsversuch mit TGE-Virus	58
3.2.4.6 Ergebnis der Auslaufversuche	61
3.2.4.7 Ergebnis der Naßsiebungsversuche	64
3.2.5 Kotuntersuchungen bei durchfallkranken	
Schweinen	66
3.2.5.1 Kot-pH-Wert	66
3.2.5.2 Kot-Trockensubstanz	68
3.2.6 Besprechung der Ergebnisse der Hauptversuche	69
4. ZUSAMMENFASSUNG	79
Summary	
5. LITERATURVERZEICHNIS	83

1. EINLEITUNG

Die mit Durchfall einhergehenden Erkrankungen der Schweine haben wegen der damit verbundenen Verluste nicht nur große wirtschaftliche Bedeutung sondern stellen immer noch Schwerpunkte wissenschaftlicher Untersuchungen dar, wie die Beispiele Dysenterie, Coli-Ruhr und Coronavirosen (TGE, EVD) beweisen. Die klinische Diagnostik hat an den Fortschritten in der Aufklärung von Magen-Darm-Erkrankungen des Schweines nur geringen Anteil. Kotuntersuchungen mit physikalisch-chemischen Methoden finden im Gegensatz zu mikrobiologischen und parasitologischen Untersuchungsverfahren keine Anwendung. Dabei haben buiatrische Erfahrungen (SILVA SERRANO, 1974; KRUSIC, 1978) mit der klinischen Kotuntersuchung deren Bedeutung für die Feststellung von Vormagenerkrankungen längst erhärtet. Mit der vorliegenden Arbeit sollten deshalb Charakteristika des Kotes durchfallkranker und gesunder Schweine aufgedeckt und nach Möglichkeiten gesucht werden, Durchfall auch experimentell zu erzeugen, um die Aussagekraft klinischer Untersuchungsverfahren überprüfen zu können.

2. SCHRIFTTUM

2.1 Koteigenschaften von gesunden und an Durchfall erkrankten Tieren sowie ihre Beeinflußbarkeit durch die Fütterung

Im Vergleich zu anderen Tierarten ist beim Schwein bis jetzt relativ wenig über Kotuntersuchungen und deren Ergebnisse bekannt. Anhand der Literatur werden folgende Parameter zusammengestellt, die beim Vergleich gesunder und an Durchfall erkrankter Tiere von Interesse sind: Zusammensetzung, Menge, Trockensubstanzgehalt, Wassergehalt, Konsistenz, pH-Wert und Partikelgröße des Kotes

2.1.1 Kotzusammensetzung

Der Kot setzt sich nach HILL (1976) aus unverdaulichen, verdaulichen, aber nicht verdauten sowie aus Bakterien und deren Produkte und Exkretionsprodukten zusammen.

2.1.2 Kotmenge

GRÜNDLER (1911) stellte Untersuchungen über die 24-stündige Kotmenge bei Haustieren an. Schweine befanden sich nicht unter seinen Versuchstieren. Die Tiere waren mittelschwer, wurden im Stall gehalten und bekamen Erhaltungsfutter. Dabei kam er zu folgenden Ergebnissen:

Pferde:	10 - 39,5 Pfund
ausgewachsene Rinder:	32 - 58 Pfund
Jungrinder:	$10\frac{2}{3}$ - 30 Pfund
Saugkälber:	200 - 300 g
Schafe:	654 - 1270 g
Ziegen:	328 - 1150 g
große Hunde:	197 - 415 g
mittelgroße Hunde:	27 - 130 g
Katzen:	4 - 27 g
Kaninchen:	0 - 72 g

Entsprechende Untersuchungsergebnisse über Schweine teilte er nicht mit.

Nach HILL (1976) beträgt die Kotmenge bei Schweinen 0,5 - 3 kg/Tag, Pferden 15-23 kg, Rindern 15-35 kg (sogar 45 kg), Schafen 1-3 kg/Tag.

LENKEIT (1930) stellte bei Versuchen an Schweinen (Körpergewicht nicht angegeben) 12-Std.- Tageskotmengen von durchschnittlich 860 g in 4-5 Entleerungen und 12-Std.- Nachtkotmengen von durchschnittlich 290 g in einer Entleerung fest. Das Verhältnis Nacht- Tageskotmenge beträgt demnach 1:3. CASTLE u. CASTLE (1956) geben die Nachtkotmenge (21-9 Uhr) mit 35% der 24-Std.-Gesamtkotmenge an. Den Grund dafür vermutet LENKEIT (1932) in einer Tonusabnahme der Muskulatur des Rektums während des Schlafes und damit in einer stärkeren Füllungsmöglichkeit mit selteneren Kotentleerungen.

COOPER u. TYLER (1959) fanden einen Anstieg der Kotmenge bei höherer Wasseraufnahme und gleichbleibender Futtermenge bei Schweinen:

Wasseraufnahme in g	Kotmenge in g
1990	108
2760	220
3410	246

Nach BLAXTER u. WOOD (1953) steigt die Kotmenge bei Durchfallkälbern bis um das 40-fache der Norm pro Tag an.

LEWIS u. PHILLIPS (1972) geben die Gesamtkotmenge bei gesunden Kälbern mit 5,9 g/kg Kgw. und Tag, bei Durchfallkälbern eine Steigerung um das 22-fache, nämlich 129,8 g/kg Kgw. und Tag an.

Nach PHILLIPS (1972) beträgt die tägliche Stuhlmenge eines gesunden erwachsenen Menschen 100-200 g. Von Durchfall spricht man, wenn mehr als 200 g Kot entleert werden. Bei experimentell erzeugter osmotischer Diarrhoe stieg die Stuhlmenge sogar bis über 1000 g pro Tag an.

2.1.3 Trockensubstanz und Wassergehalt

HILL (1976) gibt einen Wassergehalt des Schweinekotes von

55-75% an. (TS-Gehalt: 25-45%). CASTLE u. CASTLE (1956) ermittelten den durchschnittlichen Kot-TS-Gehalt einer 500 lb schweren Sau mit $25,7 \pm 0,9\%$. Nach LEDINEK (1970) betrugen die durchschnittlichen Trockenmassegehalte des Mastdarminhaltes von 11 Schlachtschweinen, die mit rohen Kartoffeln gefüttert wurden 19,8%, bei Fütterung mit gedämpften Kartoffeln 17,2%. Bei 11-45 kg schweren Schweinen stellte RENSMANN (1976) durchschnittliche Kot-TS-Gehalte zwischen 25 und 28% fest.

COOPER u. TYLER (1959) fanden einen Kottrockensubstanzanstieg bei Steigerung der Wasseraufnahme und gleicher Futtermenge bei Schweinen:

Wasseraufnahme in g	% Kot-TS
1990	26,4
2760	27,6
3410	30,6

RICHTER U. BUSCH (1970) bestimmten den Kot-TS-Gehalt von graviden Sauen. Bei einer Futtermischung mit 5,3% Rohfaser betrug der durchschnittliche TS-Gehalt 31,4%, bei 11,4% Rohfaser in der Ration durchschnittlich 26,53%. Mit steigendem Rohfasergehalt in der Ration sank also der Kot-TS-Gehalt ab. Auch EISMANN (1975) und RENSMANN (1976) erreichten durch Rohfaserzulage (Holzschliff) zum Futter bei Ferkeln ab der 7. Lebenswoche deutlich höhere Wassergehalte im Kot.

Entgegengesetzte Ergebnisse erzielte RIKLIN (1973) beim Hund. Hier nahm mit steigendem Rohfasergehalt im Futter der Kotwassergehalt deutlich ab:

% Rohfaser im Futter	% Wasser im Kot
0,6	75,5
5	74,1
10	71,5
15	70,9

LAWRENCE (1972) fand eine Beziehung zwischen Ausmahlgrad von Gerste auf die Kot-TS bei Schweinen. Wurde das Futter feiner gemahlen, stieg der Trockensubstanzgehalt des Kotes an.

BLAXTER u. WOOD (1953) geben an, daß der Kottrockensubstanzgehalt von an Durchfall erkrankten Kälbern bis unter 5% abfallen kann.

LEWIS u. PHILLIPS (1972) ermittelten einen Kotwasseranstieg bei gesunden und durchfälligen Kälbern von 72,8% auf 94,1%.

Einen sehr großen Schwankungsbereich für den Wassergehalt des Stuhles gesunder erwachsener Menschen gibt PHILLIPS (1972) an: 60-85%. Bei Durchfall enthält der Stuhl 60-95% Wasser.

2.1.4 Kotkonsistenz

Nach visueller Beurteilung teilte RENSMANN (1976) die Kotkonsistenz in folgende Stufen ein:

- fest geformt
- weich geformt
- breiig ungeformt
- dünnflüssig, wässrig

Beim Vergleich der einzelnen Befunde mit dem Kotwasser-gehalt zeigte sich eine deutliche Kongruenz. Mit zunehmendem Wassergehalt wurde der Kot immer weicher.

JOHANNSEN (1976) applizierte Saugferkeln intragastral Coli-Enterotoxin. Daraufhin wurde der Kot fast ausnahmslos wässrig, dünnflüssig, graugelb, dem vielfach kleine gelbweiße Flocken beigemischt waren. PLONALT (1980) beschreibt den Kot der an Coliruhr erkrankten Saugferkel als wässrig-gelb, nach Zufütterung bzw. Absetzen als dünnflüssig-braun. Dagegen setzten die Schweine, die an Dysenterie erkrankt sind, einen zementfarbenen-breiigen bis schleimig-blutigen Kot ab. Bei der TGE ist der Kot übelriechend, graugelb und von Futterpartikeln durchsetzt. Nach HESS (1978) tritt die TGE mit wässrigem, weißgelblichen Durchfall in Erscheinung.

Beim Durchfall der Kälber erstreckt sich die Konsistenz des Kotes von pastös, bleich, gelblich mit viel Fett im Kot bis dünn-suppig, grünlich mit TS-Gehalten unter 5%. (BLAXTER u. WOOD, 1953)

2.1.5 pH-Wert

ELLENBERGER u. HOFMEISTER (1886) geben die Reaktionsverhältnisse im Rektum der Schweine mit meist schwach sauer oder neutral, zuweilen aber auch alkalisch an. Nach HILL (1976) hat Schweinekot meist einen alkalischen pH-Wert. Nach reichlicher Kohlenhydratfütterung aber wird er sauer. Die durchschnittlichen Kot-pH-Werte von je 11 Tieren bei Fütterung von rohen und gedämpften Kartoffeln ermittelte LEDINEK (1970) mit 6,3 bzw. 6,7.

Bei normaler Fütterung fand RENSMANN (1976) pH-Werte des Schweinekotes von 6,9 bis 7,4. Nach 5% Holzrohstoffzulage stieg der pH-Wert an, während er nach 10% Stärkezulage abfiel.

WEIJERS u. van de KAMER (1962; 1965) geben einen normalen Stuhl-pH-Wert beim Menschen von 7-8 an. Gelangen aber nicht absorbierte Kohlenhydrate in den Dickdarm, entstehen durch bakterielle Fermentation zuviel Milch- und Essigsäure, so daß in den meisten Fällen der Kot-pH-Wert niedrig (4-6) ist. Durch gleichzeitig ablaufende Fäulnis aber kann er auch manchmal alkalisch reagieren.

LAWRENCE (1972) zeigt auf, daß die pH-Werte des Dün- und Dickdarmes bei Schweinen niedriger liegen, wenn größeres Futter aufgenommen wird.

KOHLER u. CROSS (1969) verabreichten Schweinen bakterienfreie Filtrate von enteropathogenen E. coli. Nach Einsetzen des Durchfalls stieg der pH-Wert im Kot an und normalisierte sich wieder, nachdem die Tiere den Durchfall überstanden hatten.

pH-Wertmessungen an TGE- und EVD-erkrankten Schweinen führten BOLLWAHN et al. (1981) durch. Die Werte lagen zwischen 6,92 und 7,72.

2.1.6 Partikelgröße

SILVA SERRANO (1974) untersuchte den Zerkleinerungsgrad des Kotes gesunder und kranker Rinder mit Hilfe einer Trennvorrichtung bestehend aus 3 übereinandergesetzten Sieben mit 2 mm, 1 mm und 0,2 mm Maschenweite. 100 g Kot wurden mit

10 l Wasser durchgespült, von weiteren 100 g wurde die Kot-TS bestimmt. Die Rückstände in den einzelnen Sieben wurden bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Die Differenz zwischen der Summe der Trockenmassen der Fraktionen 1-3 und der ermittelten Gesamttrockenmasse der anderen 100 g Probe entspricht der Trockenmasse von Fraktion 4, was dem prozentualen Anteil der Trockenmasse entspricht, der kleiner als 0,2 mm ist, der also beim Siebvorgang mit dem Wasser verloren ging. Dabei stellte sich heraus, daß der Kot von Rindern mit einer Fremdkörpererkrankung schlechter (Zunahme der Fraktion 1, Abnahme der Fraktion 3), mit Dislocatio abomasi sinistra besser zerkleinert wird (Abnahme der Fraktionen 1-3, Zunahme der Fraktion 4), als der Kot gesunder Rinder unter gleichen Bedingungen.

2.2 Die Durchgangszeit der aufgenommenen Nahrung durch den Verdauungskanal einiger Haustiere

Bereits ELLENBERGER u. HOFMEISTER (1886) stellten Untersuchungen über die Aufenthaltsdauer der aufgenommenen Nahrung im Magen- Darmkanal der Schweine an. Mit einfachen Indikatoren fanden sie den Ausscheidungsbeginn 18-24 Std. nach der Futteraufnahme. Die Entleerung war im wesentlichen nach 36 Std. beendet. Schwer verdauliche Stoffe (Kartoffelschalen, Hafer) aber blieben 8 Tage und länger im Verdauungskanal. Dagegen fand SCHNEIDERHEINZE (1910) bereits 12 Std. nach der Fütterung Teile von Körnerfutter, Hafer oder ganzen Mais im Kot, während Weichfutter (Kartoffeln, gequetschter Mais) sogar schon nach 7 Std. den Körper verlassen hatte. LENKELT (1930) stellte unterschiedliche Durchgangszeiten bei Morgen- und Abendfütterung fest. Gefärbter Gersten- und Haferschrot erschien ab 11-13 Std. nach der Morgenfütterung, während nach der Abendfütterung 13-15 Std. bzw. 13-14 (17) Std. bis zum Auftreten im Kot vergingen. Auch das Ausscheidungsmaximum lag zu unterschiedlichen Zeiten nach der Fütterung: Bei Morgenfütterung 24-36 Std.; bei Abendfütterung 36-48 Std.. Das am Abend verabreichte Futter verweilt also stets länger im Verdauungskanal der Schweine. Die gesamte

Durchgangszeit erstreckte sich über 4-5 Tage. Dagegen fanden SEERLEY et al. (1962) daß das Nachmittagsfutter gewöhnlich etwas schneller ausgeschieden wurde.

MANGOLD u. BEHM (1954) untersuchten den Einfluß des Rohfasergehaltes im Futter auf die Durchgangszeit bei 2 Schweinen. Als Rohfaserbestandteile wurden Zellulose und Strohmehl verwendet. Dabei wurde die Durchgangszeit von 6 Tagen bei 5% Zellulose auf 3 Tage bei 20% Zellulose verkürzt; ähnlich auch bei Strohmehl, von 6 Tagen bei 5% auf 2 Tage bei 20%. Zunehmender Rohfasergehalt des Futters bewirkt also eine schnellere Passage durch den Verdauungskanal der Schweine. Dies fanden auch RICHTER u. BUSCH (1970) bei Versuchen an graviden Sauen. Beginn, Höhepunkt und Ende der Ausscheidung lagen früher bei einer Futtermischung mit 11,4% Rohfaser als bei einer mit 5,3%.

CASTLE u. CASTLE (1956) untersuchten die Durchgangszeit bei Schweinen von 50-200 lb. Dabei stellten sie fest, daß der Beginn der Ausscheidung sehr großen individuellen Schwankungen unterworfen ist (10-24 Std.), während die Passagedauer mit 80-90 Std. relativ einheitlich verlief. Auch bei diesen Versuchen hatte das am Morgen verabreichte Futter eine schnellere Durchgangszeit als das Abendfutter. Mit zunehmendem Gewicht der Tiere war die Durchgangszeit verlängert. Dies war aber nicht signifikant.

Bei Schweinen, deren Kot einen niedrigeren TS-Gehalt hatte, kamen die ersten Indikatoren im Kot eher zum Vorschein, was auch nicht signifikant war.

Weiterhin untersuchten CASTLE u. CASTLE (1957) den Einfluß der Futter- und Wassermenge auf die Durchgangszeit und stellten fest, daß diese sich verlängert, wenn nur die Hälfte der nach Gewicht zustehenden Ration angeboten wird, daß die Durchgangszeit aber abnimmt, wenn die Futter- und Wassermengen gleichzeitig oder wechselweise erhöht werden. Auch nach RICHTER u. BUSCH (1970) ist die Durchgangszeit bei höherer Flüssigkeitsaufnahme verkürzt.

LENKEIT (1932) fand, daß 7 Tage lang Indikatorfutter ausgeschieden wird, wenn das Schwein über längere Zeit unzu-

reichend Futter aufnimmt.

SEERLEY et al. (1962) ermittelten einen Anstieg der Passage-rate bei höherer Aufnahme pelletierten Futters. Wurde die Ration aber in Mehlform verfüttert, verlängerte sich die Ausscheidungszeit geringfügig bei ad libitum- verglichen mit rationierter Fütterung.

RICHTER u. BUSCH (1970) bestimmten die Durchgangszeiten der Ingesta bei Sauen. Bei diesen Tieren ist die Ausscheidungszeit mit frühestens 23,5 Std. bis spätestens 122,5 Std. angegeben.

Nach LAWRENCE (1972) besteht ein Zusammenhang zwischen dem Ausmahlgrad des Futters und der Darmpassage. Größere gemahlene Gerstenteile bewirken eine schnellere Darmpassage als feine Teile.

ENTRINGER (1975) stellte eine langsamere Passagezeit bei Schweinen fest, deren Ration 20% Stärke enthielt, im Vergleich zu denen, die 20% Laktose oder 20% Glukose im Futter bekamen. Glukose bewirkte die schnellste Passage.

RIKLIN (1973) untersuchte den Einfluß der Rohfaser im Futter auf die Durchgangszeit beim Hund. Bei 0,6% Rohfasergehalt betrug diese mehr als 2,5 Tage, bei 5% Holzrohstoffzugabe 2 Tage, bei 10% 1,5 Tage, während sie bei 15% Zugabe wieder auf 2 Tage anstieg. RIKLIN (1973) sieht die Ursache dafür in einem evtl. Elastizitätsverlust des Kotes, da der Trockensubstanzgehalt dabei anstieg.

Den Einfluß der körperlichen Bewegung auf den Durchgang der Nahrung untersuchte BIESTER (1932) bei Hunden und Ratten. Wurden 2 Foxterrierrüden nur einmal am Tag gefüttert und ruhig gehalten, dann setzte bei Morgenfütterung die Ausscheidung nach 20-25 Std. ein und war 2-4 Tage später abgeschlossen. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Schweinen beginnt die Ausscheidung bei Nachmittagsfütterung beim Hund früher als bei Morgenfütterung, nämlich 10-13 Std., und endet nach 1 - 1,5 Tagen. Die Durchgangszeit wird auch beschleunigt, wenn täglich 2 x Futter verabreicht wird.

Zu einer Verzögerung des Durchganges der Nahrung kam es, wenn sich die Hunde 2 Std. nach der Fütterung 1 Std. lang

bewegen mußten. Begann die Bewegungsarbeit aber erst 3-10 Std. nach der Fütterung, wurde die Futterpassage außerordentlich beschleunigt: Beginn 4 - 11 Std. (Ruhe: 20 - 25 Std.!) Auch bei Ratten war entscheidend, wann nach der Fütterung die Bewegungsarbeit begann. Bewegung von der zweiten Stunde an nach der Mahlzeit führte zu einer Beschleunigung, Laufarbeit bereits 10 - 15 Min. nach der Nahrungsaufnahme zu einer Verzögerung der Passagezeit.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die Ausscheidung beginnt je nach Futter zwischen 7 (SCHNEIDERHEINZE, 1910) und 24 Std. (ELLENBERGER U. HOFMEISTER, 1886). Der Höhepunkt liegt 24-36 Std. nach der Morgenfütterung. Die gesamte Durchgangszeit erstreckt sich über 4 - 5 Tage (LENKEIT, 1930). Abendfutter verweilt länger im Verdauungskanal (LENKEIT, 1930; CASTLE u. CASTLE, 1956).

Die Durchgangszeit wird verkürzt durch:

1. Rohfaserzulagen zum Futter (MANGOLD u. BEHM, 1954; RICHTER u. BUSCH, 1970),
2. größere Futter- und Wassermengen (CASTLE u. CASTLE, 1957; RICHTER u. BUSCH, 1970),
3. Pelletieren des Futters (SEERLEY et al., 1962),
4. geringeren Ausmahlgrad des Futters (gröber gemahlene Gerstenteile) (LAWRENCE, 1972).

Tab. 1 Zusammenstellung der Futterdurchgangszeiten anhand der Literatur

Beginn	Höhepunkt	Ende	Indikator	Futter	Autor
24 Std. 24 Std. 20 Std.		mehr als 36Std. mehr als 36Std. mehr als 48Std.	Sägespäne Kartoffel- schalen Heidelbeeren Hafer	Hafer, Kartoffeln	ELLENBERGER u. HOFWEISTER (1886)
18 Std. 18 Std.		48 Std. mehr als 48Std.			
12 Std.			mit Bordeaux- rot gefärbtes Futter	Hafer, ganze Mais- körner, Körner- futter Weichfutter (Kartoffeln, ge- quetschter Mais)	SCHNEIDERHEINZE (1910)
7 Std.					
13-14 Std. (Abendf.)	36-48 Std.	4-5 Tage	Gersten-u. Haferschrot mit Fuchsin- Diamant ge- färbt	Gersten- u. Haferschrot "	LENKEIT (1930)
11-13 Std. (Morgenf.)	24-36 Std.	4-5 Tage			
29/33, 5Std. 23/21 Std. 9/23 Std. 29/32 Std. 11 Std. 6,5/14, 5Std. 6 Std.	nach 4 Tg. am 2. Tag 24/30 Std. am 3. Tag 12 Std./am 3.Tg. 12/36 Std. 12 Std.	nach fast 6Tg. 96 Std. 72/74 Std. 131/132 Std. 74 Std. 47/49 Std. 46 Std.	mit Fuchsin- Diamant ge- färbte Stroh- teilchen	mit 5% Cellulose mit 10% " " mit 20% mit 5% Strohmehl mit 10% mit 15% mit 20% "	MANGOLD u. BEHM (1954)
10-24 Std.		80-90 Std.	Fuchsin, Brilliantgrün	Getreideschrot	CASTLE u. CASTLE (1956)

Fortsetzung von Tab. 1

Beginn	Höhepunkt	Ende	Indikator	Futter	Autor
27 Std. x					
45 Std.	43 Std.	86 Std.	Chromoxid	Wasseraufnahme (Gesamtmenge/Tag)	
29 Std.	64 Std.	122 Std.	"	9,6 l	
	48 Std.	87 Std.	"	5,6 l	Mischung mit 5,3% Rohfaser
24 Std.	30 Std.	77 Std.	"	5,1 l	
40 Std.	49 Std.	103 Std.	"	9,6 l	Mischung mit 11,4% Rohfaser
27 Std.	41 Std.	78 Std.	"	5,6 l	
				5,1 l	

x: auf volle Stunden auf- bzw. abgerundet.

2.3 Die Änderung des Harnvolumens beim Durchfall

Die Menge des abgeschiedenen Harnes beim gesunden Schwein beträgt 2 - 6 l pro Tag. Dabei sind allerdings große Schwankungen nach oben und unten möglich, da die Harnmenge sehr von der Wasseraufnahme abhängt. Das spezifische Gewicht des Harnes liegt beim Schwein zwischen 1010 und 1050 (VOGEL u. GÄRTNER, 1976).

LEWIS u. PHILLIPS (1972) fanden, daß der Dehydratation bei Durchfallkälbern durch renale Kompensation entgegengewirkt wird. Die Urinwasserausscheidung nahm um 0,38-fach ab.

Nach BLAXTER u. WOOD (1953) ist die Deutung des Harnvolumens während des Durchfalls schwierig, seit aufgezeigt wurde, daß die Wärmeproduktion während des Hungerns bei Durchfall kontinuierlich fällt, und folglich weniger Wasser durch die Haut und Atmung verdunstet.

GUGGENBICHLER u. STICKLER (1975) teilen den Austrocknungsgrad der Kinder mit Durchfall in die Stufen 1 - 3 ein, entsprechend dem Körpergewichtsverlust von 5, 10 und 15%. Für den zweiten Grad der Dehydratation ist unter anderem eine starke Verminderung des Harnvolumens und eine Steigerung der Konzentration charakteristisch.

2.4 Durchschnittliche tägliche Zunahmen bei gesunden und kranken Tieren

Nach MEYER (1978) sollen Ferkel so mit Energie und Eiweiß versorgt werden, daß die 10-Wochen-Gewichte von etwa 22 kg erreicht werden. Optimale Zunahmen, abhängig von Alter und Gewicht, sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tab. 2 Gewichtsentwicklung und Futteraufnahme bei Ferkeln
(Absetzen: 6. Woche)

Alter Woche	Gewicht ¹ kg	tägl. Zunahme ² g	Futteraufnahme g/Tag
2.	3,7	180	-
3.	5,0	200	30 - 50
4.	6,5	220	100
5.	8,5	280	200
6.	10,5	320	200 - 400
8.	15 - 16	360	450 - 650
10.	20 - 22	450	650 - 1000

¹Ende der jeweiligen Woche

²bei energiereichem Beifutter können 10-20% höhere Zunahmen erreicht werden.

Während der Mast sollen dem Gewicht entsprechend folgende tägliche Zunahmen erreicht werden (FIEDLER, 1978):

Tab. 3 Durchschnittliche tägliche Zunahmen während des Mastabschnittes

Gewichtsabschnitt kg	Tageszunahme g
20-30	400
30-40	500
40-50	600
50-60	600
60-70	700
70-80	700
80-90	650
90-100	650
100-110	600
20-102	600

LEDINEK (1970) gibt die tägliche Zunahme von Schweinen, die mit rohen Kartoffeln gefüttert wurden, mit 502 g (71-98 kg Körpergewicht) an. Erhielten die Schweine jedoch gedämpfte Kartoffeln, nahmen sie 713 g pro Tag zu (67-102 kg Körpergewicht).

LEWIS U. PHILLIPS (1972) geben die prozentuale Änderung des Körpergewichtes pro Tag bei gesunden Kälbern mit durchschnittlich + 0,9%, bei Kälbern mit Durchfall mit - 7,9% an.

2.5 Pathogenese einiger Durchfallerkrankungen

Durchfall wird definiert als Malabsorption von Wasser und Elektrolyten (FORDTRAN, 1967; EWE, 1975).

Durch verschiedene Mechanismen, die aber meist kombiniert auftreten, kann nach EWE (1975) Durchfall entstehen durch:

1. Beschleunigung der Darmpassage
2. Verminderte intestinale Flüssigkeitsresorption
3. Vermehrte intestinale Flüssigkeitssekretion

Das Zusammenwirken der Mechanismen wird bei der Besprechung der einzelnen Durchfallerkrankungen deutlich.

2.5.1 Fütterungsbedingter Durchfall

Durch ein Überangebot von Kohlenhydraten in der Nahrung können nicht alle resorbiert werden und gelangen ins Colon. Hier nimmt die saccharolytische Flora überhand, und es kommt zu einer Überproduktion von Milch- und Essigsäure, die einen irritierenden Effekt auf die Schleimhaut ausüben, was zu Hyperperistaltik und beschleunigter Passagerate führt. Durch den gleichzeitig vorhandenen osmotischen Effekt wird Wasser ins Darmlumen abgegeben und die Wasserresorption gestört. Auf diese Weise entsteht ein saurer, wässriger Durchfall (WEIJERS u. van de KAMER, 1965; EWE, 1975).

ENTRINGER (1975) stellte fest, daß Schweine, die mit Glukose gefüttert wurden mehr dazu neigten, Durchfall zu bekommen, als Schweine, die Stärke oder Laktose erhielten.

2.5.2 Infektiöser Durchfall

2.5.2.1 E. coli

Durchfall, den enterotoxinbildende Stämme von *E. coli* hervorrufen, ist in erster Linie auf vermehrte intestinale Flüssigkeitssekretion zurückzuführen (EWE, 1975). Voraussetzung für die Entstehung des Durchfalls durch *E. coli* sind die Haftung und Vermehrung der Bakterien im oberen Dünndarm, was besonders Stämmen von *E. coli* gelingt, die das Kapselantigen K 88 besitzen. K 88-positive Stämme kommen besonders bei neugeborenen Ferkeln vor und verursachen Diarrhoe mit hoher Mortalität (RUTTER, 1975; KOHLER, 1972).

Die Enteritis ist die Folge der Enterotoxinproduktion durch enteropathogene Colikeime (BÄHR u. SCHULZE, 1972). JOHANNSEN (1976) infizierte Saugferkel mit Enterotoxin vom 1. bis 3. Lebenstag. Alle erkrankten an Diarrhoe. Folgender Wirkungsmechanismus liegt bei der "enterotoxischen Colibazillose" (Colienterotoxikose) (MOON, 1978) vor: Ein hitzelabiles *E. coli*-Toxin aktiviert die Adenylcyclase, durch die vermehrt cAMP bereitgestellt wird, das seinerseits die Sekretion fördert. Die Folge davon ist eine massive Elektrolyt- und Wassersekretion im Dünndarm, die die Absorptionskapazität des Colons übersteigt (MOON, 1978; WHIPP, 1978; EWE, 1975). Bei Schweinen ab ca. 50 kg Körpergewicht ist dies nicht der Fall, da die Absorptionskapazität des Colons wesentlich höher ist als bei jüngeren Tieren (ARGENZIO, 1978).

Normalerweise überwiegt die Absorption der Zotten gegenüber der Sekretion der Krypten. Beim Durchfall durch *E. coli* nimmt die sekretorische Komponente überhand, wobei die Krypten und Zotten intakt sind (MOON, 1978).

Wie *E. coli*-Toxine wirken auch noch andere Toxine (Cholera, *Staphylococcus aureus*, *Cl. perfringens*) über die Stimulierung der Adenylcyclase (EWE, 1975).

2.5.2.2 TGE

Die komplexen Vorgänge, die bei der TGE zum Durchfall führen, schildert MOON (1978). Das TGE-Virus zerstört die resorbierenden Zellen der Dünndarmzotten. Die Folge ist eine Zottenatrophie mit verminderter Absorptionskapazität. Dadurch gelangt mehr unverdauter Darminhalt ins Colon. Ist dessen Absorptionskapazität auch überschritten, kommt es zum Durchfall.

Auch der unverdaute Darminhalt, der eine höhere osmotische Aktivität besitzt und dadurch Wasser ins Darmlumen einströmen läßt, trägt zum Durchfallgeschehen bei (ARGENZIO, 1978; MOON, 1978).

Bei der TGE ist nach MOON (1978) auch die Hypersekretion an der Entstehung des Durchfalls beteiligt. Das absorbierende Zottenepithel ist zerstört, nicht aber das sezernierende Kryptenepithel, welches die Zotten überwächst, noch undifferenziert ist und seine Sekretionsfähigkeit noch hat. Auch kann die Sekretion des Colon erhöht sein, weil

1. infolge verminderter Absorption Gallensäuren ins Colon gelangen,
2. freie Fettsäuren durch mikrobielle Fermentation entstehen (MOON, 1978).

Die schädigende Wirkung der TGE-Viren beschreibt HESS (1978) genauer. Bereits 24-48 Std. nach der Infektion ist eine extreme Verkürzung der Zotten festzustellen. Stellenweise kommt es auch zum totalen Verlust der zottenbedeckenden Epithelzellen. Diese Schädigung ist allerdings vom Alter der Schweine abhängig. Bei älteren Tieren geschieht die Zellzerstörung langsamer, und die Mortalitätsrate, die PENSART (1976) bei bis zu 8 Tagen alten Tieren mit 100% angibt, sinkt ab. WHIPP (1978) beobachtete bei Schweinen mit TGE eine Sekretionsabschwächung im proximalen Jejunum, wenn den Tieren oral Glukose mit verabreicht wurde. Deshalb vermutet er bei TGE einen Defekt der durch Glukose geförderten Natriumabsorption und macht diesen zum großen Teil für die Sekretion verantwortlich. Bei der TGE ist die Adenylcyclaseaktivität unverändert.

2.5.2.3 Schweinedysenterie

Durch die Erreger der Schweinedysenterie (*Treponema hyodysenteriae*) werden die Endo- und Epithelzellen des Dickdarms geschädigt oder vernichtet. Auch werden die Poren zwischen den Zellen durch Auseinanderweichen der Verbindungsstellen der Zellen infolge der Entzündung bei der Schweinedysenterie ca. 10 000-fach vergrößert, so daß Blut und Fibrin ins Darmlumen eintreten können (MOON, 1978). Infolge des Epithelschadens ist eine Netto-Elektrolyt- und Wasserabsorption (Absorption überwiegt gegenüber der Sekretion) unmöglich geworden, ohne daß eine wesentliche Sekretionsverstärkung besteht (ARGENZIO, 1978).

2.6 Wirkungsmechanismen einiger laxierend wirkender Stoffe

FORTH u. RUMMEL (1977) teilen die Laxanzien nach ihrer Wirkungsweise folgendermaßen ein:

1. Gleitmittel (z.B. Mineralöl, Paraffinum subliquidum), die die Faeces durch einen Schmiereffekt leichter absetzbar machen.
2. Füllmittel (z.B.) Agar agar, Methylzellulose, Leinsamen, schwer resorbierbare Ionen), die unter Aufnahme von Wasser quellen und durch Dehnung der Darmwand die Defäkation reflektorisch in Gang bringen, bzw. eine osmotisch äquivalente Menge Flüssigkeit im Darmlumen zurückhalten.
3. antiabsorptiv und hydragog wirkende Stoffe (z.B. Anthrachinone, Ricinolsäure, diphenolische Laxanzien, Gallensäuren), die die Resorption von Flüssigkeit und vor allem von Natrium hemmen und Flüssigkeit und Elektrolyte ins Darmlumen einströmen lassen.

2.6.1 Salinische Abführmittel

Eine osmotische Diarrhoe bewirken nach EWE (1975) salinische

Abführmittel. Dies sind schwer resorbierbare Salze wie z.B. Magnesiumsulfat, Karlsbader Salz. Wegen des hypertonen Darminhaltes fließt Wasser ins Darmlumen ein.

Dagegen halten nach FORTH u. RUMMEL (1977) schwer resorbierbare Ionen wie z.B. Sulfate (Glaubersalz) eine osmotisch äquivalente Menge Flüssigkeit im Darmlumen zurück und verhindern so eine Eindickung des Ingesta.

2.6.2 Anthrachinone

Die Anthrachinonderivate (z.B. Aloe) werden nach FORTH u. RUMMEL (1977) im Dickdarm zu Anthranolen bzw. Anthronen reduziert. Diese hemmen die Wasserresorption am Dickdarm (FORTH et al., 1966).

2.6.3 Hydroxyfettsäuren, Rizinusöl

FORTH u. RUMMEL (1977) berichten, daß Rizinusöl die Peristaltik des Dünndarms aufgrund seiner cholagogen Wirkung verstärkt. Als eigentlich wirksamer Inhaltsstoff des Rizinusöls wird die Rizinolsäure, eine Hydroxyfettsäure, betrachtet, die im Darmlumen von Lipasen aus dem Triglycerid Rizinusöl freigesetzt wird und einen Flüssigkeitseinstrom ins Darmlumen bewirkt (EWE, 1975).

2.6.4 Diphenolische Laxanzien

Diphenole werden als Essigsäureester verabreicht, da sie sonst vom Magen z.T. schlecht vertragen werden. Nach Spaltung der Ester im Magen-Darmtrakt beginnt ihr enterohepatischer Kreislauf. Nach Wiederausscheiden der hydrophilen Konjugate mit der Galle gelangen sie in den Dickdarm und werden dort in die freien wirksamen Diphenole gespalten (FORTH u. RUMMEL, 1977). Diese bewirken dann nach EWE (1975) einen Flüssigkeits- und Elektrolyteinstrom ins Colonlumen durch Undichtwerden der Abschlusleisten, die die Zellen miteinander verbinden ("tight junctions"). FORTH et al. (1966) untersuchten den Wirkungsmechanismus von Bisacodyl (Dulcolax^R), das zu den diphenolischen Laxanzien

gehört, am Dünn- und Dickdarm von Ratten. Bereits bei niedriger Dosis war die Wasserresorption des Dickdarms völlig aufgehoben und die Natriumresorption eingeschränkt. Bei steigender Dosis wird Wasser ins Lumen abgegeben, und es findet keine Nettoverschiebung von Natrium mehr statt, während Kalium vermehrt ausströmt, und Calcium nicht mehr resorbiert wird. Wird die Dosis nochmals gesteigert, ist auch die Natrium-, Wasser- und Calciumresorption des Jejunums eingeschränkt. Bisacodyl ist also in erster Linie am Dickdarm wirksam.

2.6.5 Gallensäuren

FORTH et al. (1963) beschreiben die Wirkung der laxierend wirkenden Gallensäuren. Sie hemmen den aktiven Natriumtransport und damit die Wasserresorption. Dadurch wird die Konsistenz der Ingesta verändert, und das Volumen nimmt zu. Durch den Dehnungsreiz wiederum wird die Darmmotorik angeregt. Eine zu starke Eindickung des Kotes im Dickdarm wird so physiologischerweise durch die freien Gallensäuren verhindert.

Die Gallensäuren unterliegen einem enterohepatischen Kreislauf. Normalerweise werden sie vornehmlich im Ileum durch aktiven Transport zu 85-90% (HILL, 1976) bzw. 95% (EWE, 1975) rückresorbiert. Gelangen aber mehr Gallensäuren ins Colon, bewirken sie hier eine Nettosekretion (EWE, 1975). Nach FORTH et al. (1964) hemmen freie Gallensäuren auch am Dünndarm der Ratte die Natrium- und Wasserresorption, während konjugierte wirkungslos sind. Die Galle enthält jedoch nur geringe Mengen freier Gallensäuren. Diese entstehen erst durch bakterielle Spaltung im Darm, so daß ihr normaler Wirkungsort der Dickdarm ist.

Eine kontinuierliche Sekretion und Behinderung der Absorption von Natrium, Kalium und Wasser durch Dihydroxygallensäurelösung beim Menschen und beim Hund beschreibt MEKHJIAN (1971).

BINDER u. RAWLINS (1973) führten Versuche mit Gallensalzen am Rattencolon durch und stellten fest, daß sie ähnlich wie

Choleratoxin, Theophyllin, cAMP und Prostaglandine die
Nettosekretion am Colon durch Stimulierung der Adenyl-
cyclase hervorrufen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Vorversuche zur Bestimmung der Durchgangszeit der Nahrung durch den Verdauungskanal und zum Auslösen des Durchfalls

Bei den Vorversuchen sollte zunächst eine neue Methode zur Bestimmung der Futterdurchgangszeit hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit geprüft werden. Außerdem wurde auf verschiedenen Wegen versucht, bei Schweinen Durchfall auszulösen.

3.1.1 Versuchstiere und Methoden

Die Versuchstiere, Schweine der Deutschen Landrasse, von 15-70 kg Körpergewicht wurden im Stall in Einzelboxen ohne Einstreu gehalten. Die Fütterungen erfolgten morgens um 7,00 Uhr und nachmittags um 14,00 Uhr. Gefüttert wurden die Tiere mit "Alleinfutter für Sauen" (Raiffeisen - Kraftfutterwerke GmbH, München) folgender Zusammensetzung (Angaben des Herstellers):

Rohprotein	16,0%	Zusatzstoffe je kg Mischfutter
Lysin	0,8%	23 000 IE Vit A
Rohfett	3,0%	2 300 IE Vit D ₃
Rohasche	8,0%	38 mg Vit E
Rohfaser	7,5%	100 mg Kupfer
Calcium	1,1%	0,4 mg Selen
Phosphor	0,8%	Propionsäure
Natrium	0,3%	
EZS 56		

Die Futtermenge wurde dem Gewicht entsprechend bemessen. Die Richtmengen sind in Tab. 4 aufgeführt.

Tab. 4 Futter-Richtmengen

Gewicht kg	Futtermenge kg pro Mahlzeit
15	0,3
20	0,5
25	0,6
30	0,7
40	0,8
50	1,1
60	1,2
70	1,3

Trinkwasser stand den Tieren ständig zur freien Aufnahme zur Verfügung.

Zur Bestimmung der Durchgangszeit der aufgenommenen Nahrung durch den Verdauungskanal wurden dem Futter farbige Glasperlen als Indikatoren beigemischt und ihr Wiedererscheinen im Kot bestimmt. Der Durchmesser einer Perle betrug ca. 3 mm, das durchschnittliche Gewicht 30 mg. Je 100 Perlen einer Farbe wurden bei der Morgen- bzw. Nachmittagsfütterung in wenig Futter (Pellets) eingemischt und zum Verzehr angeboten. Es wurde darauf geachtet, daß alle Perlen aufgenommen wurden. Anschließend bekamen die Tiere den Rest des ihnen pro Mahlzeit nach Tab. 4 zustehenden Futters.

Einige Schweine erhielten sofort nach den Perlen 200 g angefärbte Pellets. Diese waren 24 Std. vor dem Verfüttern in 200 ml einer 1%-igen Methylenblaulösung eingeweicht worden. Der abgesetzte Kot wurde sorgfältig vom Boden der einstreulosen Box mehrmals täglich eingesammelt, in Eimern mit Wasser aufgeschwemmt, mit einem Schneebesen umgerührt und die flüssige Phase vorsichtig abgesehen. Dies wurde sooft wiederholt, bis sich am Boden des Eimers nur noch die ausgewaschenen farbigen Glasperlen befanden.

Ihre Anzahl wurde mit Zeitangabe notiert, wobei einige Splitter oder zwei halbe Perlen - einige Perlen wurden zerkaut - zusammengefaßt als ganze berücksichtigt wurden. Der abgesetzte bzw. rektal entnommene Kot der Tiere, die gefärbtes Futter bekamen, wurde auf das Vorhandensein blauer Farbspuren überprüft. Beginn und Ende der Ausscheidung gefärbten Kotes wurden zeitlich bestimmt.

Auslösen von Durchfall

Bei Schweinen unterschiedlichen Gewichtes wurde unter den oben genannten Haltungsbedingungen versucht, auf diätetischem und medikamentellem Wege Durchfall auszulösen. Dabei wurden die Medikamente zunächst in der vom Hersteller angegebenen, laxierend wirkenden Dosis verabreicht und diese schrittweise erhöht. Während des Versuches wurden Trockensubstanzgehalt und pH-Wert des Kotes bestimmt.

Bestimmung des Kot-Trockensubstanzgehaltes

Um den 15-48 Std. dauernden zeit- und energieaufwendigen Trocknungsvorgang bei Temperaturen von 75-105°C (SILVA SERRANO, 1974; RENSMANN, 1976; KRUSIC, 1978) abzukürzen, wurde versuchsweise bei 150°C gearbeitet. Dabei stellte sich heraus, daß nach 2 Std. Trocknungszeit die Gewichtskonstanz der Kotprobe bereits erreicht ist.

Eine aus Alufolie geformte Schale wurde gewogen, rektal entnommener Kot eingefüllt, wieder gewogen und in einem Trockenschrank mit mechanischer Luftbewegung (Melag, Berlin) 2 Std. lang bei 150°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Das Foliengewicht wurde jeweils abgezogen, und die Trockensubstanz in % des Frischkotes ermittelt. Die Differenz der TS% zu 100% entspricht dem Kotwassergehalt in %.

Bestimmung des pH-Wertes

RENSMANN (1976) schwemmte den Kot zur pH-Wert-Messung in Aqua dest. auf. Da ohne Aqua dest. große Schwankungen abhängig von den verschiedenen Einstichstellen der Elektrode in den Kot bestanden, wurde der rektal entnommene Kot in einem Plastikbecher mit der gleichen Menge Aqua dest. (meist 5 g Kot, 5 g Aqua dest.) durch Umrühren mit der Glaselektrode

(INGOLD) gut vermischt. 5 Werte wurden am Digital-pH-Meter (WTW, Weilheim) abgelesen, deren Mittelwert als Endwert diente.

Mit folgenden Kohlenhydraten wurde versucht, diätetischen Durchfall auszulösen: Rübenzucker, Laktose, Stärke (Toffena Kartoffelmehl), Tapiokamehl.

Als Laxanzien kamen zur Anwendung:

1. Dulcolax^R (Thomae, Biberach an der Riss)

Zäpfchen und Dragees: 1 Zäpfchen enthält 10 mg, 1 Dragee
5 mg Bisacodyl

2. Bitulax^R (Müller, Göppingen)

1 Dragee enthält:	Aloe pulv.	45 mg
	Cortex Cascarae sagr.	22,5 mg
	Extr. Aloes	57 mg
	Extr. Cardui Mariae	12 mg
	Extr. Frangulae	3 mg
	Extr. Rhei	80 mg
	Extr. Sennae e folii	3 mg

3. Drastikum^R (Atararost, Twistringen)

100 ml Emulsion enthalten:	Barium chloratum	1,000 g
	Atropinsulfat	0,005 g
	Dihydroxyanthrachinon	1,000 g
	Kümmelöl	0,300 g
	Pfefferminzöl	0,250 g

4. Istizin^R (Bayer, Leverkusen)

100 g Pulver enthalten: 96 g Dihydroxyanthrachinon

5. Aloe Capensis Ph. Eur. III (Caesar u. Loretz, Hilden)
Anthrachinonderivat

6. Oleum Ricini Raffinatum, DAB 8
wirksame Substanz: Ricinolsäure

7. Glaubersalz (Na_2SO_4)

Nr. 1 - 6: am Dickdarm wirksam

Nr. 7: am Dünndarm wirksam

Die nach Gewicht zustehende Futtermenge (Tab. 4) wurde um die angebotene Kohlenhydratmenge reduziert und beide miteinander vermischt. Die Medikamente sind in das Futter eingemischt zum Verzehr angeboten worden (Dragees zermörst). Aloe und Rizinusöl wurden mit Marmelade und Pellets vermengt, da einige Tiere die Aufnahme vorher verweigerten.

3.1.2 Ergebnisse (Vorversuche)

3.1.2.1 Bestimmung der Futterdurchgangszeit

An 9 Tieren wurden insgesamt 44 Bestimmungen der Durchgangszeit mit Glasperlen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen Nr. 5 - 7 aufgezeichnet.

In 14 Versuchen mit 8 Versuchstieren wurde die Passagedauer des Futters nach Morgen- oder Nachmittagsfütterung mit Hilfe gleichzeitig verabreichter farbiger Glasperlen gemessen. Dabei wurden der Ausscheidungsbeginn der Perlen und die Gesamtzahl der innerhalb 72 Std. nach der Verabreichung im Kot wiedergefundenen Perlen bestimmt. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tab. 5 Messung der Passagedauer von Festfutter mit Hilfe von Glasperlen

Tier-Nr.	Körpergewicht/kg	Beginn der Perlen-Ausscheidung Stunden nach		Innerhalb 72 Std. ausgeschiedene Perlen nach	
		Morgenfütterung	Nachmittagsfütterung	Morgenfütterung	Nachmittagsfütterung
43	25	29	25	62	46
43	27	28	43	17	46
43	28	26	24	60	66
44	24	24	24	36	50
177	29	24	42	5	2
177	29	24	28	46	63
177	29	24	-	60	-
178	31	12	30	51	57
178	31	12	-	93	-
179	30	12	30	12	22
179	30	48	-	42	-
191	18	24	18	10	43
192	24	24	30	64	90
193	20	24	18	27	23

Die Ausscheidung der Perlen setzte 12 - 48 Std. nach der Morgenfütterung und 18 - 43 Std. nach der Nachmittagsfütterung ein. Innerhalb 72 Std. nach Verabreichung der Perlen fanden sich 5 - 93 Perlen, die mit dem Morgenfutter verabreicht worden waren, im Kot wieder. Von den mit dem Nachmittagsfutter verabreichten Perlen fanden sich im entsprechenden Zeitraum 2 - 90 Perlen im Kot wieder. Die Wiederauffindungsrate in % entspricht den gefundenen Perlenzahlen, da jeweils 100 Perlen verabreicht wurden.

In 10 Versuchen mit 6 Versuchstieren wurde die Passagedauer des Futters nach der Verabreichung von Laxanzien

gemessen. Als Indikatoren für den erfolgten Futterdurchgang dienten wiederum farbige Glasperlen. Bestimmt wurden der Ausscheidungsbeginn anhand des ersten Auftretens von Perlen im Kot nach Verabreichung mit der Morgen- resp. Nachmittagsfutterration sowie die Gesamtzahl der danach innerhalb 72 Std. ausgeschiedenen Perlen. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tab. 6 Messung der Passagedauer von Festfutter nach Applikation von Laxanzien

Tier-Nr.	Körpergewicht /kg	Beginn der Perlen-Ausscheidung Std. nach		Innerhalb 72 Std. ausgeschiedene Perlen nach		Laxans
		Mor-	Nach-	Mor-	Nachmittags-	
		gen-fütt.	gen-mit-tags-fütt.	gen-fütt.	fütterung	
45	35	21	24	61	70	Glaubersalz
45	35	-	23	-	91	"
45	35	-	41	-	79	"
177	29	24	26	65	51	"
177	29	8	30	79	57	"
177	29	12	-	64	-	"
178	31	12	30	34	45	"
191	18	48	42	15	27	Aloe
192	24	24	18	19	12	"
193	20	36	30	2	2	"

Die Ausscheidung der Perlen setzte bei mit Laxanzien behandelten Versuchstieren 8 - 48 Std. nach der Morgenfütterung und 18 - 42 Std. nach der Nachmittagsfütterung ein. Wiedergefunden im Kot wurden innerhalb 72 Std. nach der Verabreichung 2 - 79 Perlen, die mit dem Morgenfutter verabreicht worden waren und 2 - 91 Perlen, die dem Nachmittagsfutter untergemischt worden waren.

In 5 Versuchen mit 5 Versuchstieren wurde die Passagedauer des Futters zuerst im gesunden Zustand der Tiere, dann nach Verabreichung von Laxanzen gemessen. Als Indikatoren für den erfolgten Futterdurchgang kamen Methylenblau und farbige Glasperlen gleichzeitig zur Anwendung. Bestimmt wurden der Ausscheidungsbeginn anhand des ersten Auftretens von Perlen bzw. blauen Farbspuren im Kot nach Verabreichung mit dem Morgenfutter, die Gesamtzahl der danach innerhalb 72 Std. ausgeschiedenen Perlen sowie das letzte Auftreten von blauen Farbspuren im Kot. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tab. 7 Messung der Passagedauer von Festfutter mit Hilfe von Methylenblau und Glasperlen vor und nach der Verabreichung von Laxanzen

Tier-Nr.	Körpergewicht /kg	Ausscheidungsbeginn				Innerhalb 72 Std. ausgeschiedene Perlen		letzte Methylenblauaussch.	
		Perlen ges.	Perlen D.	Methylenbl. ges.	Methylenbl. D.	ges.	D.	ges.	D.
177	29	24	12	12	6	60	64	60	33
178	31	12	12	10	9	51	34	60	33
191	18	24	48	12	12	10	15	48	59
192	24	24	24	9	12	64	19	50	60
193	20	23	36	9	12	27	2	47	62

ges.: bei gesunden Tieren

D: bei Tieren mit Durchfall

Der Beginn der Ausscheidung der Perlen setzte bei den gesunden Schweinen 12 - 24 Std., bei Schweinen mit Durchfall 12 - 48 Std. nach der Verabreichung ein. Dagegen traten blaue Farbspuren im Kot bereits 9 - 12 bzw. 6 - 12 Std. nach Methylenblauverabreichung auf. Der mit Methylenblau bestimmte Ausscheidungsbeginn lag also immer früher als bei der Verwendung der Perlen als Indikatoren.

Wiedergefunden im Kot wurden innerhalb 72 Std. nach der Verabreichung 10 - 64 Glasperlen vor und 2 - 64 Perlen nach der Abführmittelverabreichung. Vor und nach der Anwendung von Glaubersalz als Laxans (Tiere Nr. 177, 178) wurden die letzten blauen Farbspuren im Kot nach 60 und 33 Std. gefunden. Dagegen wurde bei Aloeabgabe (Tiere Nr. 191-193) der Ausscheidungszeitraum von blauem Kot von 47 - 50 Std. auf 59 - 62 Std. verlängert. Die Passagedauer des Futters wurde also durch Glaubersalz verkürzt, durch Aloe verlängert.

Da von 100 aufgenommenen Perlen nach 72 Std. relativ wenig im Kot wieder aufgefunden wurden, die letzte Methylenblauausscheidung aber spätestens nach 62 Std. erfolgte, wurde der Verlauf der Perlens Ausscheidung bei 4 Versuchstieren (Nr. 43, 44, 45, 177) weiterhin untersucht. Die Ausscheidung der Perlen erstreckte sich bei ihnen bis zum 5. - 7. Tag nach der Verabreichung.

3.1.2.2 Versuche zur Auslösung diätetisch bedingten Durchfalls

Das theoretische Konzept der Auslösung fütterungsbedingten Durchfalls sah eine plötzliche Futteränderung mit Übergang auf kohlenhydratreiche Nahrung vor. Es sollte durch Überbeanspruchung der enzymatischen Verdauungskapazität des Dünndarms der Übertritt unverdauter Futtermengen in den Dickdarm verursacht werden, um hier durch Steigerung des osmotischen Druckes und Begünstigung bakterieller Fehlgärung die Entstehung eines fütterungsbedingten Durchfalls anzuregen.

Mit 16 Versuchsschweinen wurden 22 Versuche zur Erzeugung alimentären Durchfalls vorgenommen. Zur Anwendung kamen Rübenzucker, Milchezucker, Kartoffelstärke und Tapiokamehl. Während der Versuchszeit befanden die Tiere sich in einem strohlosen Stall mit Stallit-Boden. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tab. 8 Versuche zur Erzeugung alimentärer Diarrhoe

Laxans	Tier Nr.	kg	Dosis	Ausgangswerte		tiefste Werte		Durchfall		Bemerkungen
				TS	pH	TS	pH	ja	nein	
Zucker	45	36	1x8g/kg, dann	-	7,12	-	7,14		x	Kot immer fest
			1x10g/kg	-	7,14	-	7,03		x	geformt, nur ge-
	44	44	1x10g/kg	-	7,42	-	7,14		x	ringer pH-Abfall
Lak- tose	114	32	2x1g/kg, dann	26,5	7,02	26,5	7,37		x	TS-anstieg!
			2x4g/kg	26,5	7,37	24,9	6,74		x	
	97	40	2x2g/kg, dann	27,8	7,02	29,8	6,72		x	
			2x4g/kg	35,6	7,00	23,9	6,51		x	
	43	64	2x10g/kg	30,8	8,07	26,2	6,65		x	Durchfall nur 1 ¹ /2Tg. lang Kot immer fest.
	140	24	3x10g/kg pro Mahl- z 10g/kg	24,7	7,42	5,1	5,04	x		
	147	20	4x10g/kg "	25,9	7,47	25,5	6,28		x	
	140	25	7x10g/kg "	24,2	7,89	21,3	6,93		x	
Stär- ke	177	25	2xtägl. 300gStärke+ +300gPellets, 4Tg. lang, dann	22,4	7,31	13,1	4,80	x		Durchfall nur 1Tg. lang.
	177	25	2xtägl. 600gStärke+ +50g Pellets, 3Tg. lang	23,6	6,53	25,2	6,08		x	4Tg. nach Absetzen d. Stärke wässriger Durchfall 4Tg. lang.

Tab. 8 Fortsetzung

Laxans	Tier Nr.	kg	Dosis	Ausgangswerte		tiefste Werte		Durchfall		Bemerkungen
				TS	pH	TS	pH	ja	nein	
Stärke	202	17	2xtägl.200gStärke+ 200gPellets, 5Tg. lang, dann	29,3	7,20	24,3	4,82		x	5Tg. nach Absetzen d.Stärke dünnbreiger Durchfall 2Tg.lang
			2xtägl.400gStärke+ 50gPellets, 3Tg. lang	23,5	4,82	25,7	4,59		x	
	215	18	1xtägl.300gStärke+ +50gPell.2Tg.lang	20,6	7,07	38,0	5,70		x	TS-anstieg!
	216	20	500gStärke+50gPell 1.Tg. 3x 2.Tg. 2x 3.-7.Tg. 1x	25,4	6,92	24,8	4,67		x	
	204	21	- " -	29,8	7,18	34,6	4,66		x	TS-anstieg!
Tapiokamehl	229	27	2xtägl.300gTap.+ 300gPell.4Tg.lang	29,5	7,15	25,1	6,94		x	Die Hälfte der Ration durch Tapiokamehl er- setzt.
	230	25	- " -	28,1	7,35	28,0	6,64		x	
	227	40	2xtägl.600gTap.+ 200gPell.4Tg.lang	22,4	7,72	16,2	7,49		x	3/4 der Ration durch Tapiokamehl ersetzt.
	228	35	- " -	26,9	7,89	26,9	7,66		x	

Mit Tapiokamehl und Zucker konnte kein Durchfall ausgelöst werden. Bei Stärke und Laktose bekam je ein Tier für kurze Zeit Durchfall. Zwei Tiere setzten 4 bzw. 5 Tage nach der letzten Störkeaufnahme dünnen Kot ab. Bei den mit Stärke gefütterten Schweinen wechselte der Kot-pH stärker in den saueren Bereich als bei den mit Laktose gefütterten.

3.1.2.3 Versuche zur Auslösung medikamentellen Durchfalls

An 17 Versuchsschweinen wurden 36 Versuche zur Erzeugung von Durchfall mit Laxanzien durchgeführt. Während der Versuchszeit befanden sich die Schweine in einem strohlosen Stall auf Stallit-Boden. Nach Verabreichung der Abführmittel Dulcolax^R, Bitulax^R, Istizin^R und Drastikum^R konnte kein Durchfall ausgelöst werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Dagegen gelang es mit Glaubersalz, Aloe und Rizinusöl, Durchfall zu provozieren und einige Zeit aufrecht zu erhalten. Eine Übersicht der einzelnen Versuche geben die Tabellen 10, 11 und 12.

Tab. 9 Versuche zur Erzeugung medikamentellen Durchfalls

Laxans	Tier Nr.	kg	verabreichte Höchst-dosis	pH-Ausgangs- wert	tiefster pH-Wert	Durchfall		Bemerkungen
						ja	nein	
Dulcolax- ^R	44	45	1 x 2	7,22	7,23		x	keine Änderungen
Suppositorien ^R								
Dulcolax-	43	58	2 x 10	7,96	7,72		x	"
Dragees ^R	46	57	2 x 20	7,86	7,38		x	"
	44	48	2 x 20	7,79	7,63		x	"
Bitulax-	97	38	2 x 8	7,15	6,50		x	pH-Wert-Abfall
	113	30	2 x 8	7,58	6,52		x	"
Istizin ^R	140	24	1 x 0,1g/kg	7,30	6,61		x	"
	121	47	2 x 0,3g/kg	7,85	6,70		x	"
Drastikum ^R	97	45	2 x 0,1ml/kg	7,32	7,10		x	keine Änderungen
	46	66	2 x 0,2ml/kg	7,70	7,30		x	"
	113	54	1 x 0,4ml/kg	7,57	7,27		x	"
	44	55	2 x 3,2ml/kg	7,17	6,98		x	"
	45	60	2 x 3,2ml/kg	7,62	7,17		x	"
	43	70	2 x 3,2ml/kg	8,05	7,10		x	pH-Wert-Abfall

Tab. 10 Versuche mit Glaubersalz

Tier Nr.	kg	Dosis	Ausgangswerte		tiefste Werte		Durchfall		Bemerkungen
			TS	pH	TS	pH	ja	nein	
45	35	1.Tg. 300mg/kg 2. Tg. "		7,75		7,16		x	Kot wurde pastös (1Tg. lang)
43	54	3.Tg. 500mg/kg 1x800mg/kg		7,37		6,39		x	Kot dickbreiig (1Tg.)
44	44	1x1g/kg		7,08		6,34		x	" "
45	36	1x1g/kg		7,84		6,94		x	Kot fest geformt
43	55	2x1g/kg		7,08		6,07		x	Kot dünnbreiig (2Tg.)
43	55	2x1g/kg		8,16		6,05	x	x	Kot wässrig (1Tg.)
45	38	2x1g/kg		8,38		5,92	x	x	Kot dünnbreiig (2Tg.)
46	62	2x1g/kg	30,5	7,80	24,3	6,97		x	Kein typischer Durchf.
43	55	2x1g/kg, nach 2Tg.	25,8	7,43	15,8	6,65	x		Kot 2Tg.nach letzter Gabe wieder fest gef.
45	69	2x1g/kg 1.Tg. 2x1g/kg 2.-7.Tg. 1x1g/kg	26,2 28,7	7,48 7,53	6,4 10,9	6,06 6,07	x x		Kot wässrig (3Tg) Kein Durchf. nach 5. Gabe, nach 6. Gabe wie- der Durchfall.
177	25	1.Tg. 2x1g/kg 2.Tg. 2x1g/kg 3.Tg. 1x1g/kg					x		24Std. nach letzter Gabe Kot wieder fest gef.

fast bei allen: pH-Abfall 24Std. nach erster Glaubersalzgabe

Tab. 11 Versuche mit Aloe (Droge)

Tier Nr.	kg	Dosis	Ausgangswerte		tiefste Werte		Durchfall		Bemerkungen
			TS	pH	TS	pH	ja	nein	
43	72	1x160mg/kg	28,7	7,45	14,4	6,73	x		1/2Tg Durchf., 1,5Tg.nach Gabe.
146	65	"-	26,1	7,11	24,5	6,75		x	
145	68	"-	22,8	7,40	13,0	6,46		x	trotz niedr. TS, kein Durchfall
41	88	"-	23,8	7,67	15,0	6,54			Grenze zu Durchfall
46	71	"-	27,3	7,83	25,1	7,52		x	keine Wirkung
121	40	"-	21,8	6,72	26,5	6,21		x	Aloe schlecht gefressen
140	29	2x200mg/kg	27,3	6,96	17,8	7,12		x	pH-Anstieg
45	69	2x200mg/kg	25,8	7,03	17,4	6,05		x	
113	56	2x400mg/kg							Aloe nicht gefressen
41	56	1.Tg. 2x300mg/kg 2.u.3.Tg. 1x300mg/kg	29,5	7,56	6,3	6,09	x		Durchf. 24Std. nach 1.Gabe.2Tg.nach letzter Gabe TS-u.pH-Anstieg
114	55	1.Tg. 2x400mg/kg 2.-6.Tg.1x400mg/kg	25,3	7,37	5,0	5,57	x		Durchf. 1,5Tg. nach 1.Gabe.pH-Abfall am 3. Tg,2Tg. nach letzter Gabe TS-anstieg, pH wechselhaft.

pH-Abfall meist 24Std. nach erster Gabe.

Tab. 12 Versuche mit Rizinusöl

Tier Nr.	kg	Dosis	Ausgangswerte		tiefste Werte		Durchfall		Bemerkungen
			TS	pH	TS	pH	ja	nein	
172	25	1x2ml/kg	21,4	7,23	21,6	7,35		x	keine Wirkung
115	25	2x2ml/kg	26,8	7,46	24,1	6,48		x	pH-Abfall 0,5Tg.nach 2. Gabe
114	53	2x2ml/kg	27,8	7,45	25,1	6,87		x	pH-Abfall 1,5Tg.nach 2. Gabe
172	27	2x2ml/kg	25,4	7,15	24,4	6,85		x	- " -
172	27	2x4ml/kg					x		Durchf. 1Tg.nach 2.Gabe
177	32	4x4ml/kg	30,5	7,15	37,0	6,65		x	TS-anstieg!
204	20	8x5ml/kg						x	Rizinusöl sehr schlecht gefressen.
202	33	8x6ml/kg	26,8	7,49	12,9	6,81	x		pH-Abfall 0,5Tg.nach 2. Gabe, dann wieder Anstieg. Durchf. bereits 0,5Tg. nach 1. Gabe.

Ein Schwein erhielt 2 Suppositorien Dulcolax^R. Weder Kot-TS noch pH-Wert änderten sich.

3 verschiedene Schweine bekamen über das Futter steigende Anzahlen Dulcolax Dragees^R. Selbst bei 2 x 20 Dragees an einem Tag war kein Durchfall auszulösen, und keine Änderung des Kot-pH-Wertes festzustellen.

Dagegen wurde der Kot der 2 Schweine, die bis zu 2 x 8 Bitulax Dragees^R an einem Tag aufnahmen leicht sauer (pH: 6,50), seine Konsistenz änderte sich nicht.

2 weitere Tiere erhielten Istizin^R in Dosierungen von 1 x 0,1 g/kg bis 2 x 0,3 g/kg Kgw.. In jedem Fall sank der Kot-pH-Wert ab (bis 6,61). Der Kot-TS-Gehalt blieb bei über 20%.

Drastikum^R wurde an 6 Tieren erprobt. Keines erkrankte an Durchfall, selbst die 3 Schweine nicht, die an einem Tag 2 x 3,2 ml/kg Kgw. aufnahmen, was bei ihrem Gewicht von 55 bis 75 kg einer Tagesgesamtdosis vom 350 - 450 ml entspricht. Auch waren kaum pH-Wert-Änderungen festzustellen. Um mit Glaubersalz Durchfall auszulösen, mußten 2 x 1g/kg Kgw. an einem Tag oder an 2 aufeinander folgenden Mahlzeiten verabreicht werden. Ca. 24 Std. nach der ersten Glaubersalzgabe wechselte der Kot-pH in den saueren Bereich und die Kot-TS sank ab. Nach Absetzen des Laxans zeigten sich große individuelle Unterschiede. Bei manchen Tieren waren nach 24 Std. TS und pH-Wert wieder im Normalbereich, bei anderen erst nach 3 Tagen, wobei der pH-Wert-Anstieg etwa einen Tage später erfolgte als der TS-Anstieg. Die Anfangsdosis 2 x 1 g/kg Kgw. und die Erhaltungsdosis 1 x 1 g/kg Kgw. und Tag reichten für die Aufrechterhaltung des Durchfalls nicht ganz aus.

Ab der Anfangsdosis 2 x 300 mg/kg Kgw. Aloe und der Erhaltungsdosis 1 x 300 mg/kg und Tag konnte Durchfall über längere Zeit ausgelöst werden. Ungefähr 1,5 Tage nach der ersten Gabe erkrankten die Tiere an Diarrhoe, die noch 2 Tage lang nach Absetzen des Mittels anhielt. In den meisten Fällen sank der Kot-pH-Wert 24 Std. nach Versuchsbeginn ab, während er in der Normalisierungsphase zwischen sauer und

alkalisch schwankte.

Mit 6 ml/kg Kgw. Rizinusöl pro Mahlzeit konnte Durchfall ausgelöst und aufrecht erhalten werden. Von der Rizinusgabe bis zum Einsetzen des Durchfalls verging unterschiedlich viel Zeit. Der Kot-pH sank kurzfristig ab und verhielt sich dann wechselhaft.

3.1.3 Besprechung der Ergebnisse der Vorversuche

Bestimmung der Durchgangszeit

Die Verwendbarkeit von Glasperlen als Indikatoren zur Bestimmung der Durchgangszeit hätte aufwendige Färbemethoden (LENKEIT u. HABEK, 1930; CASTLE u. CASTLE, 1956) überflüssig gemacht. Auch ihr Wiederauffinden im Kot hätte nicht soviel Zeit in Anspruch genommen. Es stellte sich jedoch in den Vorversuchen heraus, daß die Glasperlen zur Bestimmung der Durchgangszeit der aufgenommenen Nahrung durch den Verdauungskanal der Schweine nicht geeignet sind, da

1. der Beginn der Ausscheidung zu spät erfolgt und zu sehr schwankt,
2. die Summen der Perlen, die bis 72 Std. nach der Fütterung ausgeschieden sind, zu sehr variieren, und deshalb keine Rückschlüsse auf den quantitativen Ausscheidungsverlauf zulassen,
3. infolge dieser hohen Schwankungen kein Unterschied zwischen den Passagezeiten von Vormittags- und Nachmittagsfütterung nachweisbar ist,
4. eine unterschiedlich große Zahl Perlen aus unbekannter Ursache zu lang im Verdauungskanal zurückbleibt.

Aus diesen Gründen wurde die Durchgangszeit in den Hauptversuchen nur mit Methylenblau bestimmt. Die Frage, in welchen Abschnitten des Verdauungstraktes die länger als 72 Std. zurückgebliebenen Glasperlen sich befinden, wurde nicht geklärt. Es wird vermutet, daß sie im Magen oder Blinddarm infolge ihres höheren spezifischen Gewichtes als Wasser absinken und dort längere Zeit liegen bleiben. Dafür spricht auch, daß der Magen des Schweines zwischen den Mahlzeiten nicht völlig leer wird und die Ingesta im Dickdarm 30 - 36 Std. verweilen (HILL, 1976). Für schwer verdauliche Stoffe wird dagegen eine Durchgangszeit von 8 Tagen oder länger (ELLENBERGER u. HOFMEISTER, 1886) angegeben.

Provokation von Durchfall

Mit der Verfütterung von Tapiokamehl, Zucker, Stärke oder Laktose konnte kein Durchfall über längere Zeit ausgelöst werden. Obwohl Kohlenhydratmengen bis an die Grenze des Nahrungsaufnahmevermögens gefressen und sicher auch im Dickdarm durch bakterielle Spaltung ungewöhnlich große Mengen Milch- und Essigsäure gebildet wurden (WEIJERS u. van de KAMER, 1965), was sich durch Absinken des Kot-pH-Wertes in den saueren Bereich zu erkennen gab, war der irritierende Effekt der entstandenen Säuren auf die Schleimhaut zu gering, um die Passagerate zu beschleunigen, bzw. die osmotische Wirkung der Spaltprodukte (WEIJERS u. van de KAMER, 1965; EWE, 1975) der Widerstandsfähigkeit der Tiere unterlegen, so daß der Einstrom von Wasser ins Darmlumen ausblieb.

Dieses Versuchsergebnis läßt die alimentär-diarrhoeische Bedeutung von Kohlenhydraten als pathogenetisch bedeutsamen Einzelfaktor fragwürdig erscheinen. Dem fast regelmäßig auftretenden pH-Wert-Abfall im ausgeschiedenen Kot, verursacht durch bakterielle Degradation unverdauter Kohlenhydrate, folgte offensichtlich keine Steigerung der osmotischen Wirkung, die einen laxierenden Effekt erreicht hätte. Die Bedeutung zusätzlicher Pathogenitätsfaktoren wird damit unterstrichen.

Auch bei den Versuchen mit echten Laxanzien traten Schwierigkeiten beim Auslösen des Durchfalls auf. Manche der angegebenen Dosierungen hatten überhaupt keine Wirkung. Zur besseren Veranschaulichung ist in Tabelle 13 die x-fache Menge der empfohlenen Dosis angegeben, die als Höchstdosis verabreicht wurde, ohne in jedem Fall den beabsichtigten laxierenden Effekt zu erzielen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß es schwierig ist auf medikamentösem oder alimentärem Wege beim Schwein Durchfall auszulösen. Das Anpassungsvermögen gesunder Tiere an plötzliche Futterumstellung und die Widerstandsfähigkeit gegen manche Laxanzien stellen unter guten Haltungsbedingungen schwer überwindbare Hindernisse zur Provokation experimenteller Diarrhoe dar.

Tab. 13 Dosis und Effekt von Laxanzien

Laxans	angegebene Dosis/Tier	verabreichte Höchst-dosis pro Tier u.Tg	verabreichte Höchst-dosis als x-fache der angegeb.	Durchfall	
				ja	nein
Dulcolax- Dragees ^R	2-3 ^{x1}	2x20	13,3		x
Bitulax- Dragees ^R	1-2 ^{x1}	2x8	8		x
Istizin ^R	1-10g ^{x2}	28g	14		x
Drasti- kum ^R	1-5TL (ca.4-20ml)	450ml	22,5		x
Aloe	6-10 ^{x2}	44g	4,4	x	
Glauber- salz	300mg/kg	1000mg/kg	3,3	x	
Rizinus- öl	1-2EL ^{x3} (ca.10-20ml)	2x200ml	20	x	

x1: Dosis für Menschen

x2: FRÜHNER u. REINHARDT, (1950)

x3: FORTH u. RUMMEL, (1977)

3.2 Hauptversuche

Ziel der Versuche war es, mit Hilfe physikalisch- chemischer Untersuchungsmethoden Unterschiede zwischen gesunden Schweinen und Schweinen mit Durchfall herauszufinden. Dazu wurden die Untersuchungen zunächst an gesunden Tieren durchgeführt. Nach Auslösen von Durchfall mit Glaubersalz, Aloe und Rizinusöl bzw. nach Infizierung mit E. coli und TGE-Virus sollten Änderungen der Parameter und ihr zeitlicher Verlauf ermittelt werden.

3.2.1 Versuchstiere und Haltungsbedingungen

Als Versuchstiere wurden kastrierte und unkastrierte männliche Läuferschweine der Deutschen Landrasse im Gewicht von 13,4 - 34,4 kg eingesetzt. Die Fütterung erfolgte um 7,00 Uhr morgens und um 13,00 Uhr nachmittags. Futterart und -menge entsprachen denen der Vorversuche.

Die Tiere wurden in einem heizbaren Raum bei kontrollierten Temperaturen (Thermo-hygro-graph) in sog. Stoffwechselkäfigen gehalten, die nach Angaben von GIESSLER (1981) zusammen mit SCHORK (1982) angefertigt wurden.

Die tragenden Teile der Käfige bestehen aus kunststoffbeschichteten Regal-Winkeleisen, die miteinander verschraubt sind. Die Schweine stehen auf Stahllochblechen (3 mm dick, Lochdurchmesser 8 mm im Einzel-, bzw. 12 mm im Doppelkäfig), die Harn und Kot der Tiere in die untergestellten Plastikwannen durchlassen. Die hölzernen Seitenwände sind an 4 Gewindestangen aufgehängt und erlauben so eine seitliche Verstellung entsprechend der Breite der Tiere. Durch Einschieben von Eisenstangen in vorgebohrte Lochreihen kann der Standplatz der Höhe und Länge der Schweine angepaßt werden, so daß sich die Tiere nicht umdrehen können und getrenntes Auffangen von Harn und Kot gewährleistet ist. Die Wasserversorgung geschieht über Nuckeltränken, die aus 5-l-Plastikkanistern mit Skala gespeist werden.

Abb. 1 Einzelkäfig in
Vorderansicht

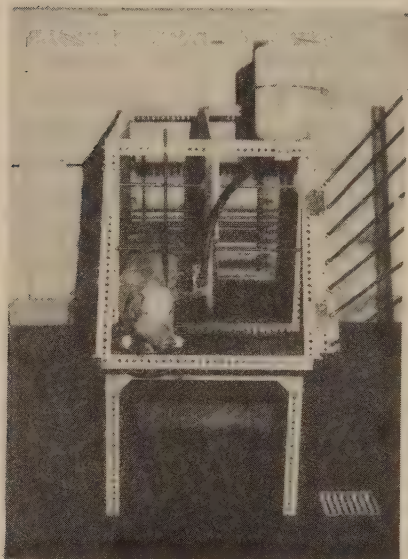
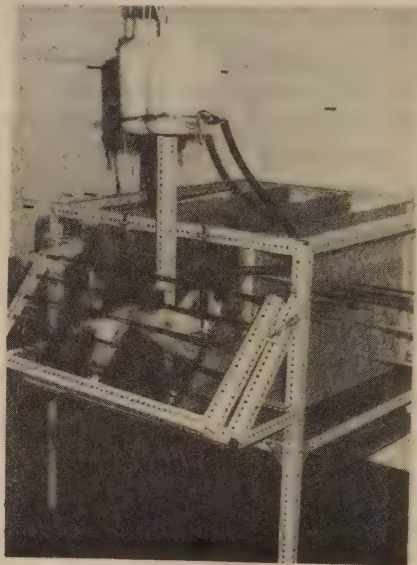


Abb. 2 Doppelkäfig schräg
von vorn gesehen



3.2.2 Untersuchungsmethoden

Trockensubstanz-, Wassergehalt und pH-Wert des Kotes sowie Passagedauer des mit Methylenblau gefärbten Futters wurden wie in den Vorversuchen beschrieben bestimmt.

Einstufung der Kotkonsistenz

Frisch abgesetzter bzw. rektal entnommener Kot wurde makroskopisch beurteilt und einer der folgenden Stufen zugeordnet: hart geformt, fest geformt, pastös geformt, dickbreiig, dünnbreiig, wässrig.

Messung der Kotmenge

Das Gewicht des abgesetzten Kotes wurde zweimal täglich bestimmt. Nach Säuberung der Lochbleche der Käfige mit einem Spachtel wurde der Kot aus den Wannen in Eimer gefüllt, auf 10 g genau gewogen und das Kot-Nettogewicht errechnet. Das Gewicht zwischenzeitlich rektal entnommener Kotproben wurde dazu addiert.

Feststellung der Auslaufvermögens

10 g rektal entnommener Kot wurden möglichst punktförmig auf weißes Fließpapier aufgebracht. Die Wanne mit dem Fließpapier blieb 24 Std. bei Raumtemperatur waagrecht stehen. Danach erfolgten die Messungen des größten und kleinsten Durchmessers des ellipsenförmig ausgelaufenen Kotes und Kotwassers und die Berechnung der entsprechenden Flächen nach der Formel: $axb \times \pi$ (a = größter Durchmesser : 2, b = kleinster Durchmesser : 2, $\pi = 3,14$). Dabei sollte geprüft werden, ob zwischen der Größe der ausgelaufenen Kot- oder Wasserfläche und dem bestimmten Trockensubstanzgehalt derselben Kotprobe eine Beziehung besteht.

Messung der Kotpartikelgröße

Um etwaige Veränderungen des Kotzerkleinerungsgrades bei gesunden Tieren und Tieren mit Durchfall festzustellen, wurde für die Bestimmung der Kotpartikelgröße und deren Einteilung in Fraktionen eine Laborsiebmaschine vom Typ Retsch-Vibro (Fa. Retsch) verwendet. Zur Naßsiebung wurden ca. 100 g Kot rektal bzw. aus der Kotwanne entnommen und gut vermischt; davon wurden 50 g mit etwas Wasser vorsichtig verrührt und zur Siebung benutzt, während der Rest zur Bestimmung der Trockensubstanz diente. Die Siebung erfolgte mit Sieben nach DIN 4188 und Maschenweite von 1-0,5-0,25-0,125 und 0,063 mm. Der 10 Minuten dauernde Siebvorgang wurde alle 7 Sekunden 1 Sekunde lang unterbrochen. Die Regulierung des Wasserdurchlaufes erfolgte bei allen Siebungen so, daß die gesamte Fläche des obersten Siebes besprüht wurde. Die in den einzelnen Sieben zurückgebliebenen Kotpartikel wurden in Kaffeefiltertüten Nr. 1x6 (Melitta) durch rückwärtiges Auswaschen der Siebe verlustlos übergeführt, die Filter beschriftet und bei 150°C 2 Std. lang getrocknet. Eine Filtertüte wog vor und nach dem Trocknen 3,0 g. Durch Abziehen dieses Gewichtes erhielt man die einzelnen Fraktionen in g TS, die als % der Trockenmasse berechnet wurden, die in 50 g desselben Frischkotes enthalten war. Die Differenz zwischen 100% und der Summe der Prozente der 5 Fraktionen stellte den Prozentanteil der Trockensubstanz dar, der mit dem Wasser verloren ging, den

Untersuchung von Rektumkot
(Trockensubstanz, Wassergehalt,
pH-Wert).

täglich 19,00 Uhr: Wiegung des Tagkotes
Untersuchung des Tagharnes (Menge,
spez. Gewicht)
Messung des täglichen Wasserver-
brauches
Untersuchung von Rektumkot
(Trockensubstanz, Wassergehalt,
pH-Wert).

Durchfallperiode

1. Tag, 7,00 Uhr: Abführmittel und mit Methylenblau
gefärbtes Futter verabreicht.
 nachmittags: Kotkontrolle auf blaue Farbspuren
2. - 4. Tag: Ende der Methylenblauausscheidung
 notiert.
 tagsüber: bei Durchfall 2 Kotproben für
 Siebungen entnommen.
 Proben für Auslaufvermögen entnommen.
täglich 7,00 Uhr: Untersuchungen wie in der Normal-
 periode (s.o.)
täglich 19,00 Uhr: Untersuchungen wie in der Normal-
 periode (s.o.)

Wiederholte Abführmittelverabreichungen und deren Dosierungen
werden bei den einzelnen Hauptversuchen aufgeführt. Nach Ab-
setzen des Laxans wurden die Kot- und Harnuntersuchungen bis
zum Erreichen der Ausgangswerte weitergeführt.

3.2.4 Ergebnisse der Hauptversuche

Die während der Normal- und Durchfallperiode je Tier ge-
wonnenen Meßwerte wurden gemittelt und bildeten dann die
Grundlage zur Berechnung des Gruppenmittelwertes mit dessen
Streuungsmaßen. Zur Ermittlung der Werte der Durchfall-
periode wurden nur diejenigen Meßwerte herangezogen, die
während des Vorliegens breiig - wässriger Kotkonsistenz
erhoben worden waren.

Da sich das Nacht- zu Tagesverhältnis von Harnmenge und Wasserverbrauch während Normal- und Durchfallperiode kaum änderte - im Gegensatz von Nacht- zu Tageskotmenge - wurden nur der 24-Std.-Wasserverbrauch und die 24-Std.-Harnmenge angegeben.

3.2.4.1 Glaubersalz-Versuch

Tierzahl: 5. Ein Tier wurde wegen Pneumonie und Verweigerung der Futteraufnahme aus dem Versuch genommen.

Gewicht: 29,3 - 34,4 kg

Raumtemperatur: 17 - 20°C

Normalperiode: 4 Tage

Glaubersalz-

Dosis: 2 x tägl. 1,5g/kg Kgw. 6 Tage lang

Durchfall-

periode: 6 Tage

Gesamte

Versuchsdauer: 17 Tage

Besonderheiten: Die Wasseraufnahme wurde bei 3 Tieren nach 3-tägiger Durchfallperiode für 3 Tage lang auf die Menge beschränkt, die während der Normalperiode aufgenommen worden war.

In Tabelle 14a und 14b sind die gemittelten Meßwerte sowie die Gruppenmittelwerte samt Streuungsmaßen aus der Normal- und Durchfallperiode aufgeführt.

Tab. 14a Meßwerte der Normalperiode im Glaubersalz-Versuch

Tier-Nr.	Normalperiode										VK
	177	178	191	192	193	n	$\bar{x}$	s			
erste Methylenblauaussch. x_1	12	10	11	12	12	5	11,4	0,89	7,85		
letzte Methylenblauaussch. x_1	60	60	60	60	60	5	60	0,00	0,00		
24-Std.-Wasserverbrauch/l	3,3	4,1	3,7	5,6	4,4	5	4,22	0,88	20,75		
24-Std.-Harnmenge/l	1,93	2,65	1,82	2,60	2,57	5	2,31	0,40	17,44		
Spez. Gewicht des Harns	1014	1011	1016	1012	1013	5	1013,2	1,92	0,19		
24-Std.-Kotmenge/g	566	755	750	667	650	5	677,6	78,36	11,56		
Tageskotmenge ^a /g	322	514	623	490	477	5	485,2	107,87	22,23		
Nachtkotmenge/g	244	241	127	177	173	5	192,4	49,79	25,88		
Kotkonsistenz x_2	f	f	f	f-p	f-h	5	-	-	-		
Kot-pH-Wert	7,29	7,05	7,10	7,48	7,12	5	7,21	0,18	2,45		
Kot-TS/%	27,6	30,1	27,4	26,1	29,9	5	28,22	1,73	6,11		
Kotwassergehalt/%	72,4	69,9	72,6	73,9	70,1	5	71,78	1,73	2,40		
tägl. Zunahme/g	696	722	1014	1229	700	5	872,2	240,14	27,53		
Gewicht bei Versuchsbeginn/kg	29,3	31,0	31,7	34,4	34,2	5	32,1	-	-		

x_1 : Stunden nach der Fütterung

x_2 : h=hart geformt, f= fest geformt,p=pastös, di=dickbreilig, d=dünnbreilig, w=wässrig

Die Glaubersalz-Wirkung führte etwa 6 - 12 Std. nach der Applikation zunächst zur Senkung des Kot-pH-Wertes und erst nach weiteren 6 - 12 Std. zur deutlichen Abnahme der Kotkonsistenz. Bei allen mit Glaubersalz behandelten Versuchsschweinen trat Durchfall von dickbreiig bis wässriger Kotkonsistenz auf. Ihre Futterdurchgangszeit beschleunigte sich dabei um etwa 33%, der Wasserverbrauch stieg um das Doppelte, die Harnmenge nahm um das 2,5-fache zu und fiel im spezifischen Gewicht auf unter 1010.

Die in 24 Std. abgesetzte Kotmenge stieg in der Durchfallperiode auf das Dreifache der Normalperiode; das Verhältnis von Tages- zu Nachtkotmenge verengte sich dabei von 5:2 auf 4:3, d. h. der Nachtanteil nahm zu. Der Kot-pH-Wert fiel vom schwach alkalisch^{en} in den schwach saueren Bereich. Der Gehalt an Kotwasser stieg von 72 auf 88% an. Die Gewichtszunahmen gingen auf fast die Hälfte zurück.

Die Begrenzung der Trinkwasserzufuhr bei den laxierenden Versuchstieren hatte eine Einschränkung der Harnproduktion mit starkem Anstieg des spezifischen Gewichtes zur Folge und führte zu weiterer Senkung des Kot-pH-Wertes bei leichtem Anstieg des Trockensubstanzgehaltes, so daß keine als wässrig einzustufende Kotkonsistenz mehr auftrat.

Nach Absetzen der Glaubersalz-Medikation ging der Kotwasser-gehalt innerhalb 1 - 2 Tage auf Normalwerte zurück; der Wiederanstieg des pH-Wertes erfolgte etwa 1 weiteren Tag später.

3.2.4.2 Aloe-Versuch

Tierzahl:	6
Gewicht:	15,3 - 23,7 kg
Raumtemperatur:	16 - 20°C
Normalperiode:	4 Tage
Aloe-Dosis:	1. Tag: 2 x 400 mg/kg Kgw. dann 1 x tägl. 400 mg/kg Kgw. 7 Tage lang
Durchfall- periode:	6 Tage
Gesamte Versuchsdauer:	17 Tage

Die gemittelten Meßwerte und die Gruppenmittelwerte mit Streuungsmaßen aus der Normal- und Durchfallperiode sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Die Aloe bewirkte etwa 24 Std. nach der Applikation einen pH-Wert-Abfall. Erst nach weiteren 12 Std. änderte sich die Kotkonsistenz. Alle 6 Schweine setzten dann einen dünn- bis dickbreiigen Kot ab. Ihre Futterdurchgangszeit verlängerte sich um etwa 23%, der Wasserverbrauch sank um 17%, die Harnmenge um 33% ab. Das spezifische Gewicht des Harnes stieg von 1014 auf 1021 an.

Während der Durchfallperiode stieg die 24-Std.-Kotmenge um das 1,5-fache der Normalperiode an; das Verhältnis von Tages- zu Nachtkotmenge verengte sich dabei von 3:1 auf 1,7:1, d. h. der Nachtanteil nahm zu. Der Kot-pH-Wert fiel von 7,11 auf 6,58 ab. Der Kot enthielt während der Durchfallperiode etwa 16% mehr Wasser. Während 2 Tiere sogar an Gewicht verloren, blieben die anderen deutlich in ihrer Gewichtsentwicklung unter ihren Werten der Normalperiode, so daß insgesamt nur noch 17% der Gewichtszunahmen der Normalperiode erreicht wurden.

2. Tage nach Absetzen der Aloe-Verabreichung stiegen der Kot-TS-Gehalt und pH-Wert annähernd parallel wieder auf die Ausgangswerte an.

Tab. 15 Meßwerte der Normal- und Durchfallperiode im Aloe-Versuch

Tier-Nr.	Normalperiode										Durchfallperiode										s	VK
	191	192	193	212	213	214	n	$\bar{x}$	s	VK	191	192	193	212	213	214	n	$\bar{x}$				
erste Methylen- blausaussch. x_1	12	9		12	10	10	6	10,33	1,37	13,22	12	11	12	24	24	24	6	17,83	6,77	37,94		
letzte Methylen- blausaussch. x_1	48	48	50	72	60	57	6	55,83	9,35	16,74	60	58	60	84	80	72	6	69,00	11,30	16,37		
24-Std.-Wasser- verbrauch/l	2,73	x_3	2,93	2,10	1,60	1,70	5	2,21	0,60	27,06	1,60	x_3	2,14	2,90	1,13	1,44	5	1,84	0,70	37,76		
24-Std.-Harn- menge/l	1,78	-	1,54	1,23	0,74	1,20	5	1,30	0,39	30,25	0,90	-	0,87	1,57	0,39	0,61	5	0,87	0,44	51,16		
Spez. Gewicht des Harns	1013	-	1012	1014	1020	1012	5	1014,2	3,35	0,33	1025	-	1024	1010	1024	1021	5	1020,9	6,29	0,62		
24-Std.-Kotmenge/g	786	610	777	407	454	377	6	568,5	183,50	32,28	1062	1216	835	797	490	790	6	865,0	250,51	28,96		
Tageskotmenge/g	583	453	570	347	327	277	6	426,17	129,89	30,48	702	536	538	640	317	503	6	539,33	132,18	24,51		
Nachtkotmenge/g	203	157	207	60	127	100	6	142,33	58,11	40,83	360	680	297	157	173	287	6	325,67	190,16	58,39		
Kotkonsistenz x_2	f	f	f	b-f	b-f	f-p	6	f	-	-	di-d	di-d	di-d	di-d	di-d	di-d	6	di-d	-	-		
Kot-RH-Wert	6,87	7,49	7,18	7,26	6,58	7,30	6	7,11	0,33	4,65	6,11	6,31	6,89	6,67	6,64	6,85	6	6,58	0,31	4,66		
Kot-TS/%	29,2	25,7	27,0	31,6	31,0	25,5	6	28,33	2,66	9,37	12,5	14,6	10,7	11,8	12,3	12,3	6	12,36	1,29	10,41		
Kotwassergehalt/%	70,8	74,3	73,0	68,4	69,0	74,5	6	71,67	2,66	3,71	87,5	85,4	89,3	88,2	87,7	87,7	6	87,64	1,29	1,47		
tägl. Zunahme/g	500	450	479	400	386	421	6	439,33	44,93	10,23	150	380	80	-88	-100	38	6	76,67	177,25	231,2		
Gewicht bei Ver- suchsbeginn/kg	19,1	23,7	22,3	15,3	15,7	14,9	6	18,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

x₁: Stunden nach der Fütterung

x₂: h=hart geformt; f=fest geformt; p=pastös;

di=dickbreilig; d=dünnbreilig; w=wässrig.

x₃: Tier spielte mit der Nuckeltränke. Wasser
lief in die Harnauffangwanne.

3.2.4.3 Rinzinusöl-Versuch

Tierzahl: 3
Gewicht: 22,7 - 23,0 kg
Raumtemperatur: 16 - 18°C
Normalperiode: 4 Tage
Rizinusöl-
Dosis: 2 x tägl. 6 ml/kg Kgw. 3 Tage lang
Durchfall-
periode: 3 Tage
Gesamte
Versuchsdauer: 9 Tage

In Tabelle 16 sind die gemittelten Meßwerte sowie die Gruppenmittelwerte samt Streuungsmaßen aus der Normal- und Durchfallperiode des Rizinusöl-Versuches zusammengestellt.

Bereits 12 Std. nach der ersten Rizinusöl-Medikation war der Kot-pH-Wert in den schwach saueren Bereich abgefallen. Auch hatten alle 3 Versuchsschweine bereits Durchfall mit dünn- dickbreiigem Kot. Gegenüber der Normalperiode war die Futterdurchgangszeit um 10 Std. kürzer. Während des Durchfalls wurde 25% weniger Wasser aufgenommen und etwa 25% weniger Harn abgesetzt, dessen spezifisches Gewicht von 1015 auf 1021 leicht anstieg.

Die 24-Std.-Kotmenge nahm um das 1,5-fache zu; die Tages- zu Nachtkotmenge verhielt sich während der Normalperiode 2:1, während der Durchfallperiode 1,3:1, d. h. die Nachtkotmenge nahm zu. Der Kot-pH-Wert fiel von 6,97 auf 6,21 ab, der Gehalt an Kotwasser stieg von 73,0% auf 78,8% an. Die Gewichtszunahmen gingen mehr als die Hälfte zurück.

Etwa 1,5 Tage nach Absetzen des Rizinusöls erreichte der Kot-TS-Gehalt wieder den Ausgangswert, der pH-Wert-Anstieg erfolgte einen halben Tag später.

Tab. 16 Meßwerte der Normal- und Durchfallperiode im Rizinusöl-Versuch

Tier-Nr.	Normalperiode					Durchfallperiode							
	212	213	214	n	$\bar{x}$	s	VK	212	213	214	$\bar{x}$	s	VK
erste Methylen- blauaussch. x_1	8	9	9	3	8,67	0,58	6,66	6	9	7	7,33	1,53	20,83
letzte Methylen- blauaussch. x_1	60	57	58	3	58,33	1,53	2,62	48	50	48	48,67	1,15	2,37
24-Std.-Wasser- verbrauch/l	3,84	2,50	2,68	3	3,01	0,73	24,19	2,93	1,40	2,46	2,26	0,78	34,63
24-Std.-Harn- menge/l	2,52	1,25	1,61	3	1,79	0,65	36,50	1,78	0,89	1,51	1,39	0,46	32,75
Spez. Gewicht des Harns	1011	1020	1015	3	1015,3	4,51	0,44	1019	1024	1019	1020,7	2,89	0,28
24-Std.-Kotmenge/g	663	838	780	3	760,33	89,14	11,72	1383	823	1197	1134,3	285,21	25,14
Tageskotmenge/g	490	553	500	3	514,33	33,86	6,58	833	403	690	642	218,98	34,11
Nachtkotmenge/g	173	285	280	3	246	63,27	25,72	550	420	507	492,33	66,23	13,45
Kotkonsistenz x_2	f	f-p	f-p	3	f-p	-	-	di-d	di-d	di-d	di-d	-	-
Kot-pH-Wert	7,18	6,79	6,95	3	6,97	0,20	2,81	6,17	6,00	6,47	6,21	0,24	3,83
Kot-TS/%	28,9	27,4	24,7	3	27,0	2,13	7,88	20,3	23,6	19,7	21,2	21,0	9,91
Kotwassergehalt/%	71,1	72,6	75,3	3	73,0	2,13	2,92	79,7	76,4	80,3	78,8	2,10	2,66
tägl. Zunahme/g	400	343	243	3	328,67	79,48	24,18	250	25	150	141,67	112,73	79,57
Gewicht bei Ver- suchsbeginn/kg	23,0	22,7	22,8	3	22,83	0,15	0,67	-	-	-	-	-	-

x_1 : Stunden nach der Fütterung

x_2 : f=fest geformt; p=pastös; di=dickbreilig; d=dünnbreilig.

3.2.4.4 Infektionsversuch mit E. coli*

Tierzahl: 4

Gewicht: 13,4 - 17,0 kg

Raumtemperatur: Normalperiode: 18 - 20°C

Infektionsperiode: zwischen 12 und 20°C
schwankend

Normalperiode: 4 Tage

Infektionsdosis: 1. Tag: erste Infektion: 20 ml Nährbouillon
mit ca. 10^{11} lebenden E. coli O 149:K 88
2. Tag: zweite Infektion: wie 1. Tag
6. Tag: dritte Infektion: 20 ml Nährbouillon
mit ca. 10^{11} lebenden E. coli O 8: K 88

Kontrolldauer

nach Erstin-

fektion: 8 Tage

Gesamte

Versuchsdauer: 12 Tage

Besonderheiten: Um das Angehen der Infektion zu begünstigen, wurde sowohl die Raumtemperatur laufend verändert als auch 200 g Pellets durch 200 g Kartoffelstärke vom 1. bis 3. Tag bzw. durch 200 g Zucker vom 4. bis 6. Tag nach Erstinfection ersetzt, um eine nährstoffreiche und rohfaserarme Diät anzubieten, die das Wachstum von E. coli-Keimen im Darm begünstigen soll (BERTSCHINGER et al., 1979).

In Tabelle 17 sind die gemittelten Meßwerte der einzelnen Schweine sowie die Gruppenmittelwerte mit Standardabweichung und Variationskoeffizient aus der Normal- und Durchfallperiode aufgeführt.

* : Die E.-coli-Kulturen wurden vom Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin (Vorstand Prof. Mayr A.) der Tierärztlichen Fakultät der Universität München zur Verfügung gestellt.

Tab. 17 Maßwerte der Normal- und Kontrollperiode nach Infektion mit
 E. coli.

Normalperiode										Infektionsperiode												
		Stärkezufü					llierung					Zuckerzufü										
Tier-Nr.	253	255	261	262	n	$\bar{x}$	s	VK	253	255	261	262	$\bar{x}$	s	VK	253	255	261	262	$\bar{x}$	s	VK
erste Methylenblauaussch. x_1	x_2	9	9	8	3	8,67	0,58	6,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
letzte Methylenblauaussch. x_1	-	48	50	36	3	44,67	7,57	16,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24-Std.-Wasserverbrauch/l	-	1,73	1,35	1,40	3	1,49	0,21	13,83	-	1,23	1,14	1,10	1,16	0,07	5,76	-	1,36	0,76	1,10	1,07	0,30	28,03
24-Std.-Harnmenge/l	-	0,62	0,42	0,56	3	0,53	0,10	19,24	-	0,45	0,41	0,26	0,37	0,10	26,83	-	0,47	0,27	0,44	0,39	0,11	27,42
Spez. Gewicht des Harns	-	1022	1022	1023	3	1022,3	0,58	0,06	-	1029	1021	1036	1028,7	7,51	0,73	-	1035	1049	1036	1040	7,81	0,75
24-Std.-Kotmenge/g	-	414	250	450	3	371,33	106,61	28,71	-	386	547	316	416,33	118,45	28,45	-	527	537	440	501,33	53,35	10,64
Tageskotmenge/g	-	334	125	253	3	237,33	105,38	44,40	-	243	360	233	278,67	70,61	25,34	-	197	370	187	251,33	102,89	40,94
Nachtkotmenge/g	-	80	125	197	3	134,0	59,02	44,04	-	143	187	83	137,67	52,20	37,92	-	330	167	253	250,0	81,54	35,62
Kotkonsistenz x_4	f-p	f	f	f	4	-	-	-	-	f-p	f	f-p	f-p	f-p	-	-	f	f-p	f-h	f	-	-
Kot-pH-Wert	7,05	7,18	6,85	7,14	4	7,06	0,15	2,08	5,62	5,44	5,42	5,68	5,54	0,13	2,34	7,03	6,50	6,46	7,33	6,83	0,42	6,19
Kot-TS/%	24,6	28,6	29,9	24,5	4	26,9	2,77	10,28	29,2	32,1	33,5	30,9	31,43	1,82	5,81	26,2	28,6	25,2	28,0	27,0	1,57	5,83
Kotwassergehalt/ x_3	75,4	71,4	70,1	75,5	4	73,1	2,77	3,78	70,8	67,9	66,5	69,1	68,58	1,82	2,66	73,8	71,4	74,8	72,0	73,0	1,57	2,16
tägl. Zunahme/g	74	200	200	-105	4	92,25	144,29	156,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gewicht bei Versuchsbeginn/kg	14,9	17,0	13,4	14,8	4	15,0	1,48	9,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

 x₁: Stunden nach der Fütterung

 x₂: Tier wurde nicht in einem Stoffwechselkäfig gehalten.

 x₃: hier während Normal- und Infektionsperiode

 x₄: f=fest, geformt

p=pastös

d=dickbreilig

d=dünnbreilig

w=wässrig

Trotz 3-maliger Infektion mit zwei verschiedenen als enteropathogen bekannten E.-coli-Serotypen sowie gleichzeitiger Futterumstellungen und wiederholtem Raumtemperaturwechsel trat bei keinem Versuchstier Durchfall auf. Während der Stärkezufütterung stieg der Kot-TS-Gehalt sogar an, obwohl der Kot in seiner Konsistenz weicher wurde. Der pH-Wert des Kotes wechselte bei Stärkezufütterung stärker in den saueren Bereich als bei Zuckerzugaben. Die Kotmenge stieg jeweils etwas an. Wasserverbrauch und Harnmenge nahmen ab, das spezifische Gewicht des Harnes erhöhte sich. Im Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin der Tierärztlichen Fakultät der Universität München wurden während des Versuches von jedem Tier insgesamt 11 Kotuntersuchungen auf die Anwesenheit der verabreichten hämolyisierenden E.-coli-Keime durchgeführt. Dabei fiel der Nachweis nach der 2. Infektion teils positiv, teils negativ aus. Nach der 3. Infektion stieg die Zahl der E.-coli-Keime bei 3 Tieren an (bis 4 plus), beim 4. Tier waren keine E.-coli-Bakterien zu finden.

3.2.4.5 Infektionsversuch mit TGE-Virus*

Tierzahl: 4
Gewicht: 17,5 - 24,0 kg
Raumtemperatur: Normalperiode: 18 - 22°C
 Infektionsperiode: 12 - 16°C
Normalperiode: 4 Tage
Infektionsdosis: Pro Schwein 5 ml des virulenten TGE-Miller-Stammes, der zuvor 5 experimentelle Ferkelpassagen durchlaufen hatte.
Durchfallperiode: 4 Tage

* : Das Infektionsmaterial wurde vom Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin der Tierärztlichen Fakultät München bereitgestellt. Der Infektionsversuch wurde in der Isolierstallung des Institutes für Tierpathologie (Vorstand Prof. v. Sandersleben) der Tierärztlichen Fakultät München durchgeführt.

Gesamte

Versuchsdauer: 11 Tage

Besonderheiten: Während der Infektionsperiode wurde die Raumtemperatur niedrig gehalten, um das Angehen der Infektion zu begünstigen. Außerdem erhielten die Tiere ab dem Tag nach der Infektion als Futter 200 g Pellets und 200 g Zucker. 6 Tage nach der Infektion wurden die Schweine zur Durchführung mikrobiologischer und pathologischer Untersuchungen euthanasiert.

In Tabelle 18 sind die Mittelwerte der Meßwerte der einzelnen Versuchstiere sowie die Gruppenmittelwerte mit Streuungsmaßen aus der Normal- und Durchfallperiode aufgeführt.

Nach der Infektion mit TGE-Virus trat bei den beiden leichtesten Versuchstieren am 2. bzw. 3. Tag p. inf. Durchfall auf. Die beiden schwereren Versuchstiere zeigten bis zum 6. Tag p. inf. keinen Durchfall.

Die Konsistenz des Durchfallkotes wurde als dünnbreiig bzw. wässrig eingestuft. Der Kot-pH-Wert stieg nach der Infektion zunächst weiter in den alkalischen Bereich an, fiel dann jedoch mit Einsetzen des Durchfalls auf schwach saure Werte ab. Die Kotwassermenge der laxierenden Tiere nahm um durchschnittlich 13% zu und führte damit zu einer annähernden Verdoppelung der 24-Std.-Kotmenge.

Der Wasserverbrauch der an Durchfall leidenden Tieren ging gegenüber ihrem Verbrauch in der Normalperiode geringgradig zurück. Ebenso nahm auch die 24-Std.-Harnmenge etwas ab, während das spezifische Gewicht stark anstieg.

Die fluoreszenzmikroskopische Untersuchung von je 3 Jejunumlokalisationen aller 4 Versuchstiere im Institut für Mikrobiologie (s.o.) führte in jedem Fall zum Nachweis von TGE-Virus. Damit wurde das Angehen der Infektion auch bei den nicht erkennbar an Diarrhoe erkrankten Versuchstieren bewiesen.

Tab. 18 Meßwerte der Normal- und Durchfallperiode nach Infektion mit TGE-Virus.

Tier-Nr.	Normalperiode						Durchfallperiode								VK
	42 ^{x3}	43 ^{x3}	44	45	n $\bar{x}$	s	VK	42 ^{x3}	43 ^{x3}	44	45	$\bar{x}$	s		
erste Methylen- blauaussch. ^{x1}	12	11	13	10	2 11,5	2,12	18,45	-	-	x ₄	5	-	-	-	
letzte Methylen- blauaussch. ^{x1}	60	57	60	59	2 59,5	0,71	1,19	-	-	x ₄	36	-	-	-	
24-Std.-Wasser- verbrauch/l	x ₅	2,28	1,40	1,80	2 1,60	0,28	17,68	-	1,86	1,10	1,50	1,30	0,28	21,76	
24-Std.-Harn- menge/l	-	0,70	0,28	0,69	2 0,49	0,29	59,78	-	0,63	0,32	0,41	0,37	0,06	17,44	
Spez. Gewicht des Harns	-	1028	1029	1023	2 1026	4,24	0,41	-	1027	1045	1055	1050	7,07	0,67	
24-Std.-Kotmenge/g	-	432	338	592	2 465	179,61	38,62	-	264	573	1236	904,5	468,81	51,83	
Tageskotmenge/g	-	272	223	322	2 272,5	70,00	25,69	-	152	213	763	488	388,91	79,69	
Nachtkotmenge/g	-	160	115	270	2 192,5	109,6	56,94	-	112	360	473	416,5	79,90	19,18	
Kotkonsistenz ^{x2}	f-p	f-p	f-p	f-p	2 f-p	-	-	f-di	f-p	p-w	di-d	di-d	-	-	
Kot-pH-Wert	7,22	6,93	7,00	7,10	2 7,05	0,07	1,0	7,24	6,99	6,98	6,08	6,53	2,47	37,82	
Kot-TS/%	23,9	26,2	28,3	24,0	2 26,15	3,04	11,63	21,9	26,8	16,0	12,5	14,25	2,47	17,37	
Kotwassergehalt/%	76,1	73,8	71,7	76,0	2 73,85	3,04	4,12	78,1	73,2	84,0	87,5	85,75	2,47	2,89	
tägl. Zunahme/g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gewicht bei Ver- suchsbeginn/kg	24,0	21,5	17,5	18,0	2 17,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

x₁: Stunden nach der Fütterung

x₃: nicht zu $\bar{x}$, da kein Durchfall.

x₂: f=fest geformt; p=pastös; di=dickbreilig;

d=dünnbreilig; w=wässrig.

x₄: 3Std. nach ~~getötet~~ Methylenblauverabreichung

x₅: Tier auf Transportwagen gehalten.

Caecuminhalt blau.

Bei der im Institut für Tierpathologie (s.o.) vorgenommenen histologischen Untersuchung des Jejunums aller 4 Versuchstiere wurde in jedem Fall Zottenatrophie, allerdings in unterschiedlich starker Ausprägung, festgestellt. Dieser Befund bestätigt die aufgrund der immunofluoreszenzmikroskopischen Untersuchung gemachten Aussage, daß die Virus-Applikation bei allen Versuchstieren zur Infektion der Jejunum-Schleimhaut geführt hat.

3.2.4.6 Ergebnis der Auslaufversuche

Die Überprüfung des Auslaufvermögens von Kot und Kotwasser auf Fließpapier erfolgte in der Absicht, die Beziehungen zwischen diesen Parametern und dem Trockensubstanzgehalt vom Kot aufzudecken. In den beiden folgenden Abbildungen sind die Meßwerte für die Feuchtflächen von Kotwasser und Kot sowie die dazugehörigen Trockensubstanzgehalte von 27 Kotproben stark variierender Konsistenz eingezeichnet.

In beiden Abbildungen weist sich die mit der Exponential-Kurvenanpassung ($y = ae^{bx}$) dargestellte Beziehung zwischen Trockensubstanzgehalt einerseits und Feuchtfläche von auslaufendem Kotwasser respektive Kot andererseits als statistisch hoch signifikant ($p \leq 0,001$) aus. Die in beiden Fällen negative und nicht lineare Korrelation ist besonders eng im Verhältnis von Trockensubstanz zu Kot-Feuchtfläche

Abb. 3 Korrelation zwischen Trockensubstanz-
gehalt und Kotwasser-Feuchtfläche.

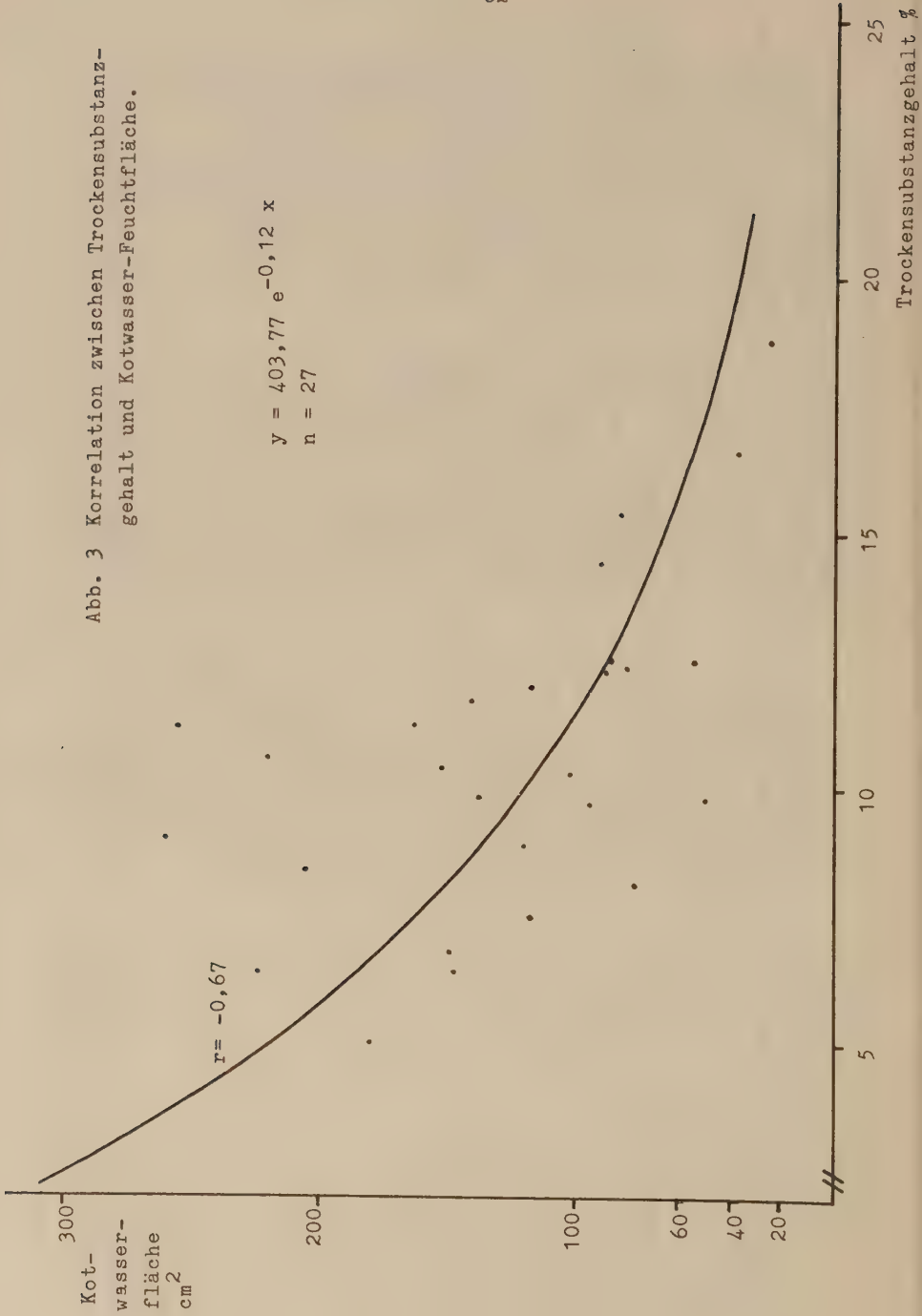
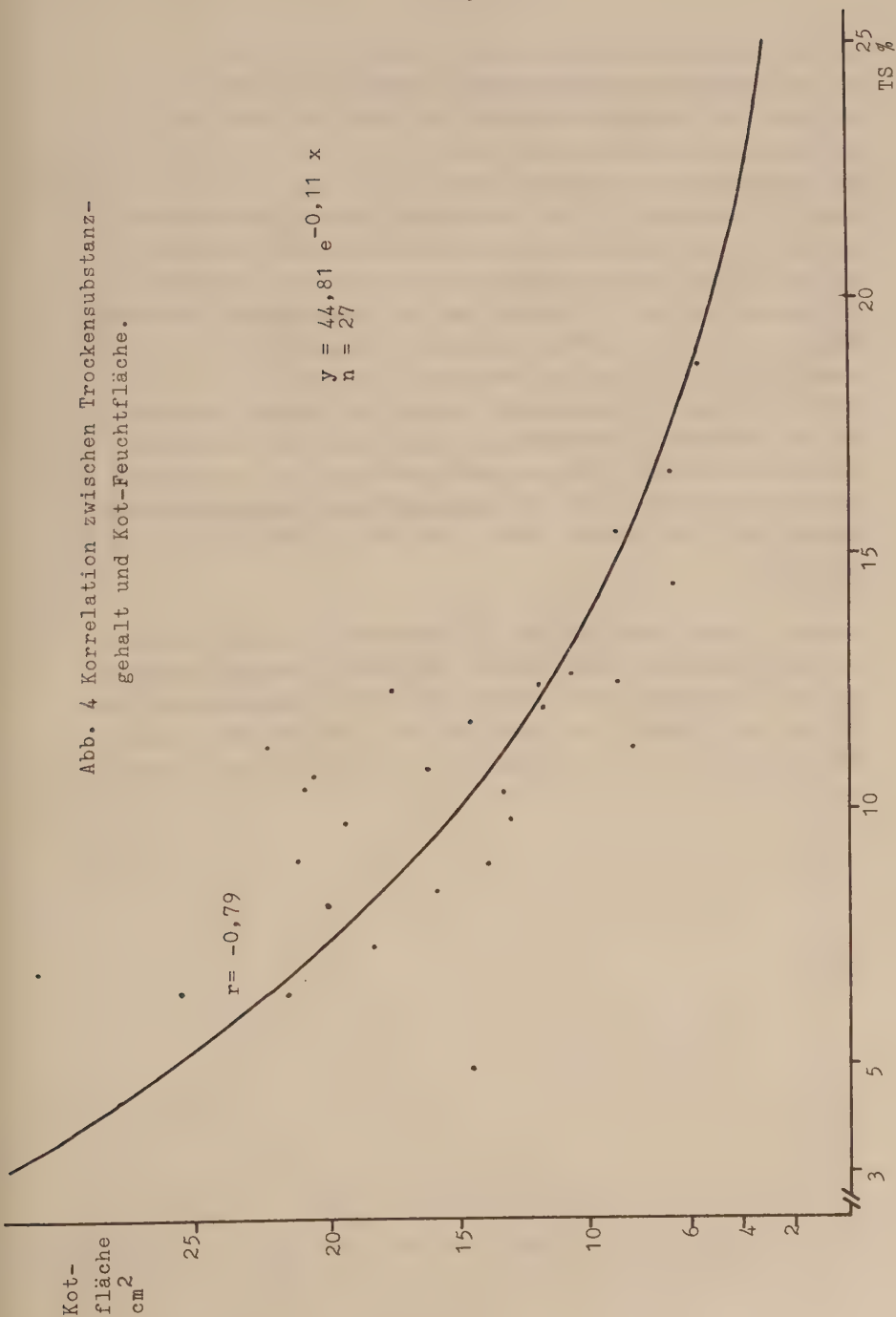


Abb. 4 Korrelation zwischen Trockensubstanz-
gehalt und Kot-Feuchtfläche.



3.2.4.7 Ergebnis der Naßsiebungsversuche

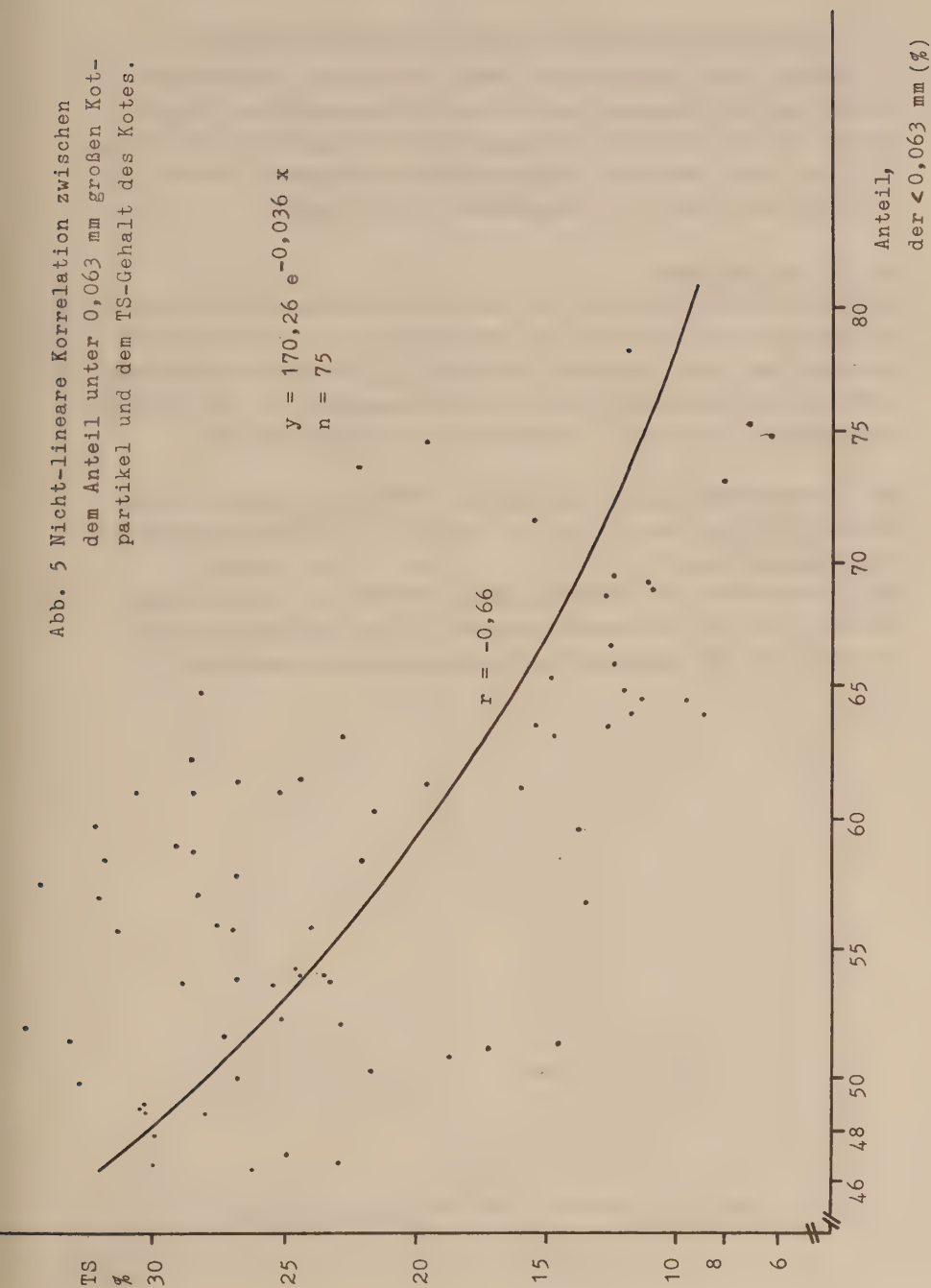
Mit Hilfe der Naßsiebungsversuche wurde die Beziehung zwischen dem Zerkleinerungsgrad des Kotes und dem dazugehörigen Kot-TS-Gehalt überprüft.

Mit zunehmenden Wassergehalt des Kotes nahmen die prozentualen TS-Rückstände in den einzelnen Sieben gleichmäßig ab. Es waren keine Verschiebungen des Siebinhaltes zugunsten bestimmter Fraktionen festzustellen. Entsprechend stieg die errechnete Fraktion 6 ($< 0,063$ mm) mit zunehmendem Kotwasser gehalt an, d. h. Durchfallkot wurde nicht schlechter zerkleinert als Kot normaler Konsistenz.

In Abb. 5 sind der prozentuale Anteil der Kot-TS, der sich aus den Partikeln zusammensetzt, die kleiner als $0,063$ mm sind, die also durch alle verwendeten Siebe mit dem Wasser durchgespült wurden, und die dazugehörigen Trockensubstanzgehalte von 75 Kotproben stark variierender Konsistenz eingezeichnet.

In Abb. 5 weist sich die mit der Exponential-Kurvenanpassung ($y = ae^{bx}$) dargestellte negative und nicht lineare Beziehung zwischen dem prozentualen Anteil der Kottrockensubstanz, dessen Partikel kleiner als $0,063$ mm sind, und dem Kottrockensubstanzgehalt (%) als statistisch hoch signifikant ($p \leq 0,001$) aus.

Abb. 5 Nicht-lineare Korrelation zwischen dem Anteil unter 0,063 mm großen Kotprikel und dem TS-Gehalt des Kotes.



3.2.5 Kotuntersuchungen bei durchfallkranken Schweinen

Im Rahmen dieses Untersuchungsabschnittes sind pH-Wert-Messungen und Bestimmungen des Trockensubstanzgehaltes vorgenommen worden. Das Untersuchungsmaterial stammte von Schweinen, die wegen mit Durchfall einhergehender Erkrankung in die II. Medizinische Tierklinik eingewiesen worden waren.

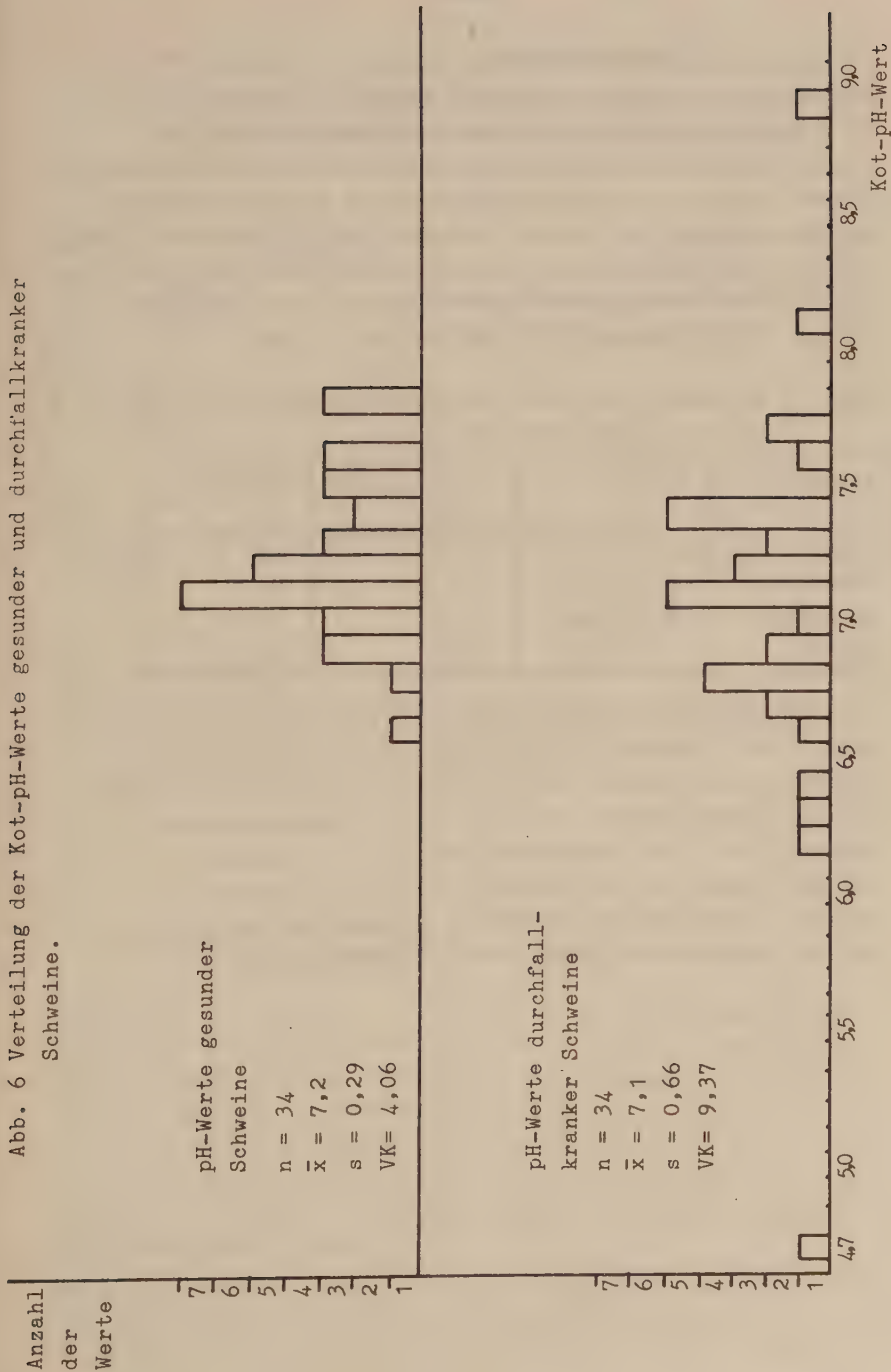
3.2.5.1 Kot-pH-Wert

Zur Untersuchung kam der Kot von 34 durchfallkranken Schweinen im Gewicht von 5 - 60 kg. Als Vergleich diente der Kot von 34 Schweinen ohne Durchfall, die mit pelletiertem Mischfutter gefüttert worden waren. Das Untersuchungsergebnis ist in Form eines Säulendiagramms in Abbildung 6 zusammengestellt.

Die Kot-pH-Werte gesunder Schweine reichen von pH 6,6 - 7,7. Die Mehrzahl der Werte liegt im schwach alkalischen Reaktionbereich von 7,1 - 7,4.

Die Kot-pH-Werte der durchfallkranken Schweine reichen von pH 4,7 - 8,9. Bei diesem Kollektiv hat eine Häufigkeitsverschiebung in den saueren Reaktionbereich stattgefunden.

Abb. 6 Verteilung der Kot-pH-Werte gesunder und durchfallkranker Schweine.



3.2.5.2 Kot-Trockensubstanz

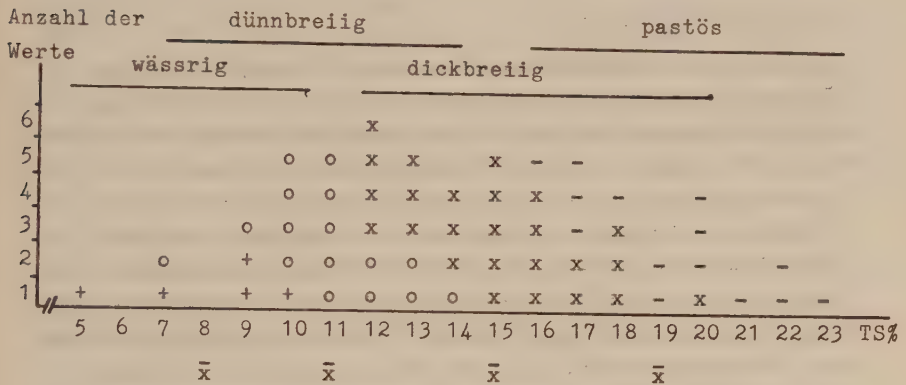
Von dem Kot 18 durchfallkranker Schweine wurden insgesamt 60 Kot-Trockensubstanz-Bestimmungen durchgeführt. Die wiederholte Kotuntersuchung während verschiedener Krankheitsphasen erlaubte es, stark differierende Konsistenzen zu berücksichtigen und dadurch die Beziehung zwischen der subjektiven KonsistenzEinstufung und der objektiven Trockensubstanz-Bestimmung näher zu untersuchen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen liegt in Tabelle 19 vor.

Tab. 19 Beziehung zwischen Kotkonsistenz-Einstufung und Trockensubstanz(TS)-Wert.

Konsistenz	n	TS	niedrigster Wert	höchster Wert
wässrig	5	7,82	4,9	9,7
dünnbreiig	16	10,89	7,2	14,3
dickbreiig	25	14,92	11,5	19,9
pastös	14	19,43	16,4	22,6

Alle KonsistenzEinstufungen umfassen einen relativ großen Bereich von Trockensubstanz-Gehalten. Die Mittelwert-Differenzen der Konsistenzbereiche stehen in etwa 4 % Abständen nebeneinander. Den breitesten Trockensubstanz-Bereich nimmt die KonsistenzEinstufung "dickbreiig" ein. Das Überlappen der Konsistenzbereiche wird besonders augenfällig bei der in Abbildung 7 gewählten Darstellung der Beziehungen von Konsistenz : Trockensubstanz.

Abb. 7 Häufigkeitsverteilung von Trockensubstanz-Gehalten im System der Konsistenzstufungen. Bedeutung der Symbole: +=wässrig, o=dünnbreig, x=dickbreig, -=pastös.



Die Randbezirke der Konsistenzbereiche überlappen sich stets. Am intensivsten erfolgt die Durchdringung zwischen dünn- und dickbreig. Die subjektive Einstufung zeigt demzufolge hier die größte Ungenauigkeit.

3.2.6 Besprechung der Ergebnisse der Hauptversuche

Die selbst hergestellten Käfige gestatteten das getrennte Auffangen von Harn und Kot der ausschließlich männlichen Versuchstiere. Die als Käfigböden verwendeten Lochbleche hatten zwei verschiedene Bohrungen. Es stellte sich im Laufe der Versuche heraus, daß der Kot durch die 12 mm großen Bohrungen fast vollständig durchgetreten wurde, während das Bodenblech mit 8 mm großen Löchern zusätzlich gesäubert werden mußte.

Klauenverletzungen traten in keinem Fall auf. Der Einbau von Nuckeltränken mit Wasserspeisung aus graduierten Vorratsbehältern erlaubte eine einfache Bestimmung des

Wasserverbrauches. Fehlmessungen durch spielerische Benutzung der Tränken oder Tropfwasserabfluß in die Harnauffangwanne waren bei diesem System nicht auszuschließen und erforderten eine sorgfältige Beobachtung der Versuchstiere.

Futterdurchgangszeit

Zur Messung der Futterpassage wurde mit Methylenblau gefärbtes Futter verabreicht. Der Beginn der Ausscheidung gefärbter Kotpartikel setzte bei gesunden Schweinen zwischen 8 und 13 Stunden nach der Morgenfütterung ein und war zwischen 36 und 72 Stunden nach der Aufnahme des Testfutters abgeschlossen. Diese Werte entsprechen den von SCHNEIDERHEINZE (1910) und LENKEIT (1930) mitgeteilten Passagezeiten. Bei Schweinen mit Durchfall traten hiervon abweichende Durchgangszeiten auf. Diarrhoen nach Applikation von Glaubersalz (Tab. 14) oder Rizinusöl (Tab. 16) sowie nach TGE-Virus-Infektion (Tab. 18) gingen mit einer Beschleunigung des Futterdurchgangs und einer Verkürzung der Gesamtausscheidungsdauer des gefärbten Futtermittels einher. Bei dem durch Aloe-Medikation (Tab. 15) verursachten Durchfall kam es dagegen zur Verlangsamung des Futterdurchgangs und Verlängerung der Gesamtausscheidungsdauer. Die Erklärung für diese gegensinnige Wirkung unterschiedlicher Diarrhoe-Ursachen ist in ihrem fördernden oder hemmenden (Aloe) Einfluß auf die Darmperistaltik zu suchen. Eine dem Aloe-Effekt ähnliche Wirkung wird für die Pathogenese spontaner Durchfälle beim Schwein nicht beschrieben (MOON, 1978).

Trockensubstanz, Wassergehalt und Konsistenz des Schweinekotes

Die Konsistenz (Festigkeit) des Kotes wird hauptsächlich durch das Verhältnis von Kotwasser und Kot-Trockensubstanz (TS) bestimmt. Die während der Normalperiode der Hauptversuche gemessenen TS-Gehalte lagen zwischen 23,9 und 31,6%. Die zugehörigen Kotproben wurden in ihrer Konsistenz als pastös oder fest-geformt angesprochen. TS-Werte dieser

Größenordnung werden auch von RENSMANN (1976) angegeben, während sie von HILL (1976) dem unteren Grenzbereich der Kot-TS gesunder Schweine zugeordnet, von LEDINEK (1970) jedoch noch als darüber liegend angesehen werden. Beim Absinken der TS-Werte unter 15 % nahm der Kot dick- dünnbreiige- wässrige Konsistenz an, was üblicherweise klinisch als Durchfall eingestuft wird. Die bei wässrigem Durchfall auf unter 6 % TS zurückgehenden Werte decken sich mit den von DROCHNER et al. (1978) erhobenen Befunden anlässlich der Provokation alimentär bedingten Durchfalls durch intrazäkale Infusion vergärbbarer Substrate.

Die den eigenen Untersuchungen zugrunde liegende Einstufung der Kotkonsistenz von hart-geformt, fest-geformt, pastös, dickbreiig, dünnbreiig bis wässrig basiert auf ausschließlich adspektorischem Befund. Mit jeder Einstufung wird ein unterschiedlich breiter Bereich von TS-Werten erfaßt, ohne daß eine scharfe Begrenzung gegenüber den benachbarten Konsistenzstufen eingehalten wird. Diese Ungenauigkeit in der adspektorischen Beurteilung trat sehr deutlich während der Verlaufsuntersuchungen bei durchfallkranken Schweinen zutage (s. Tab. 19). Diese Untersuchungen ließen einerseits einen relativ einheitlichen Abstand von jeweils 4% TS zwischen den Mittelwerten der Konsistenzbereiche erkennen, zeigten andererseits aber eine starke Überlappung der TS-Werte in den Randbezirken der Konsistenzbereiche (s. Abb. 7). Am häufigsten und auffälligsten traten Mißverhältnisse zwischen TS-Wert und adäquater KonsistenzEinstufung bei der Beurteilung von dick- oder dünnbreiig auf. Die auf diesen Bereich konzentrierten Beurteilungsschwierigkeiten sind klinisch insofern bedeutungsvoll, als es hierbei um die diagnostische Einstufung von schon diarrhoeischem oder noch normalem Kot geht.

Neben der generellen Schwierigkeit, eine dem TS-Gehalt möglichst entsprechende KonsistenzEinstufung vorzunehmen, sind diejenigen Sonderfälle zu berücksichtigen, wo bestimmte Kotinhaltsstoffe trotz steigendem TS-Gehalt eine Abnahme der Kotkonsistenz verursachen (s. Tab. 16 u. 17) oder, wie

im Falle erhöhten Rohfaseranteils in der Ration, durch gelartige Wasserbindung eine festere Kotkonsistenz bewirken als auf Grund des TS-Gehaltes zu erwarten wäre (EISMANN, 1975). Sowohl während der Versuche mit Rizinusöl als auch im Verlaufe der Stärkefütterung anlässlich der Infektionsversuche mit E. coli war der Kot der Versuchstiere trotz hohem TS-Gehaltes (30% resp. 20%) von erheblich weicherer Konsistenz als dem TS-Wert angemessen war. Eine Erklärung für diese widersprüchliche Situation könnte in dem reichlichen Vorkommen von Stoffen mit geringem Wasserbindungsvermögen entstanden aus dem Abbau von Rizinusöl und Stärke gefunden werden.

Kot-pH-Wert

Die Reaktionsverhältnisse des Kotes gesunder Schweine waren bei der Fütterung mit Alleinfutter für Sauen (Pellets) in den allermeisten Fällen alkalisch, selten leicht sauer. Wie aus Abb.6 ersichtlich ist, liegen die pH-Werte relativ eng beieinander. Durch die Verabreichung der Abführmittel Glaubersalz, Aloe und Rizinusöl wurde der Kot durchwegs sauer. Die saueren pH-Werte bei den beiden Infektionsversuchen dürften an der Kohlenhydratzufütterung nach der Infektion liegen, wodurch durch bakterielle Fermentation im Dickdarm größere Mengen Milch- und Essigsäure entstanden sind (HILL, 1976; WEIJERS u. van de KAMER, 1962, 1965), so daß pH-Wert-Änderungen, die bei den Infektionen evtl. stattfinden, überdeckt wurden.

Beim TGE-Versuch stieg der pH-Wert 7 Std. post inf. - bis dahin wurde noch kein Zucker zugefüttert - bei allen 4 Tieren um ca. eine Einheit an, und fiel nach Zuckerzufütterung bei 2 Tieren in den saueren Bereich ab, die 24 Std. später klinisch an Durchfall erkrankten, während bei den beiden nicht erkrankten keine nennenswerte pH-Wert-Änderung festzustellen war, was bedeuten würde, daß der zugefütterte Zucker im Dünndarm abgebaut und resorbiert wurde und deshalb im Dickdarm nicht vergoren werden konnte.

BOLLWAHN et. al (1981) geben Kot-pH-Werte TGE- und EVD-

erkrankter Schweine mit 6,92 - 7,72 an. Dies würde dafür sprechen, daß die saueren pH-Werte der 2 erkrankten Versuchsschweine durch die Kohlenhydratzufütterung zustande kamen.

Der Kot-pH-Wert fiel bei medikamentös provoziertem Durchfall in den saueren Bereich ab. Dagegen liegen die pH-Werte der durchfallkranken Tiere sowohl im alkalischen als auch im saueren Bereich. Aus Abb. 6 ist jedoch bei Durchfalltieren eine Häufigkeitsverschiebung in den saueren Reaktionsbereich ersichtlich. Auch streuen die pH-Werte der kranken Tiere weiter als die gesunder.

Hinsichtlich des zeitlichen Auftretens von Änderungen des pH-Wertes und der TS wurde festgestellt, daß sich vor Beginn des Durchfalls zunächst der pH-Wert ändert und etwa einen halben Tag später Durchfall einsetzt. Diese pH-Verschiebung erfolgte nach Anwendung von Abführmitteln in Richtung saueres Milieu und unter der TGE-Infektion in den alkalischen Bereich. Dieser Vorgang könnte evtl. von diagnostischem Interesse sein. Durch laufende pH-Messungen wäre bei einer plötzlichen pH-Änderung das Einsetzen des Durchfalls nach ca. einem halben Tag zu erwarten.

Bei abklingendem Durchfall erfolgte die Rückkehr des pH-Wertes in den Ausgangsbereich dagegen erst nach der Festigung der Kotkonsistenz.

Kotmenge

Die 23 Versuchsschweine im Gewicht von 15 - 32 kg setzten während der Normalperioden der Hauptversuche durchschnittlich 570 g (371 - 760 g) Kot in 24 Std. ab. Pro kg Körpergewicht (Kgw.) der Tiere kamen demnach ca. 27 g Kot zur Ausscheidung. Damit entspricht die pro kg Kgw. abgesetzte Kotmenge des Schweines etwa der des Pferdes und der der Jungrinder, die GRÜNDLER (1911) mit 10,75 - 29,7 bzw. 26 - 39 g angibt.

Das Verhältnis der Nacht- zur Tageskotmenge betrug bei den Versuchstieren 1 : 2,14. Am Tage wurde also etwas mehr als die doppelte Menge des Nachtkotes ausgeschieden. Nach LENKEIT (1930) beträgt das Verhältnis sogar 1 : 3.

Während der Durchfallperiode setzten die Schweine in 24 Std. die 2,2-fache Menge der in der vorangegangenen Normalperiode ermittelten Kotmenge ab. Dabei nahm besonders die nächtlich abgesetzte Kotmenge stark zu, wobei das Verhältnis Nacht- zu Tageskotmenge auf 1 : 1,4 absank.

Auslaufvermögen von Kot und Wasser

Mit dem Auslaufvermögen sollte die Genauigkeit der Beziehung zwischen ausgelaufener Kot- bzw. Kotwasserfläche zum Trockensubstanzgehalt derselben Kotprobe ermittelt werden, um evtl. ein neues Verfahren zur Kot-Trockensubstanzbestimmung bzw. zur Einstufung einer Kotprobe in verschiedene Konsistenzbereiche herauszuarbeiten.

Beim Vergleich der beiden Korrelationen zwischen dem TS-Gehalt des Kotes zu der Fläche des ausgelaufenen Kotwassers (Abb. 3) bzw. des ausgelaufenen Kotes (Abb. 4) fällt auf, daß die Kotwasserflächen stärker streuen als die Kotflächen. Die Beziehung des Trockensubstanz-Gehaltes zur ausgelaufenen Kotfläche ist straffer als die zur Kotwasserfläche. Will man mit diesem Verfahren die Kot-TS bestimmen, was den energieaufwendigen Trocknungsvorgang ersetzen würde, so liefert die Berechnung der ausgelaufenen Kotflächen zutreffendere Bezugswerte als die Flächenmessung des ausdiffundierten Kotwassers. Der TS-Gehalt einer pastösen bis wässrigen Kotprobe könnte anhand einer vorher aufgestellten Eichkurve nach Bestimmung der Feuchtfläche des Kotes ausreichend genau abgelesen werden. Durch Standardisierung des Aufbringens der Kotprobe auf das Fließpapier sowie der Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit müßte die Brauchbarkeit der Methode überprüft werden.

Partikelgröße

Aus den Ergebnissen der Kotsiebungen zur Bestimmung der Partikelgröße von Kotproben mit unterschiedlichem Wassergehalt (Abb. 5) geht hervor, daß bei trockenem, festen

Kot ein höherer prozentualer Anteil der Kot-TS in den einzelnen Sieben zurückbleibt als bei wässrigem Kot. Mit steigendem Kotwassergehalt verringerte sich der zurückgebliebene prozentuale Anteil der Kot-TS in jedem der 5 Siebe gleichmäßig. Abnahmen des Rückstandes in bestimmten Sieben und dafür Zunahmen in anderen Sieben, d.h. Verschiebungen zugunsten einer oder mehrerer Partikelfractionen bestimmter Größe waren nicht zu beobachten. Dementsprechend nahm der errechnete Anteil der Trockensubstanz der Fraktion 6 (0,063 mm) mit Anstieg des Wassergehaltes im Kot gleichmäßig zu.

Es wäre jedoch zu erwarten gewesen, daß Durchfallkot bei schnellerer Durchgangszeit weniger zerleinert wird, daß es zu Verschiebungen der einzelnen Fraktionen kommt (Zunahme des Inhaltes der Siebe mit den größeren Maschenweiten) und der Gesamtanteil der TS, der kleiner als 0,063 mm ist, mit zunehmendem Kot-Wassergehalt nicht so sehr anwächst.

In Abb. 5 würde dies ein zunächst steileres Abfallen der Kurve, die sich dann bei ganz niedrigen Kot-TS-Gehalten der Abszisse asymptotisch nähert, bedeuten.

Der ermittelte gute Zerkleinerungsgrad des Durchfallkotes kommt wahrscheinlich dadurch zustande, daß die gefütterten Pellets relativ wenige größere Partikel enthielten, und diese trotz schnellerer Passage im Dickdarm durch gesteigerte bakterielle Fermentationsprozesse- was sich im pH-Wert-Abfall des Kotes zu erkennen gibt- zerkleinert bzw. aufgelöst wurden.

Wasserverbrauch, Harnmenge und spezifisches Gewicht des Harnes

Nur bei Glaubersalzgabe nahmen die Schweine mehr Wasser auf und setzten mehr Harn geringerer Konzentration ab. Bei allen anderen Hauptversuchen war das Gegenteil der Fall. Wasseraufnahme und Harnmenge nahmen deutlich ab. Das spez. Gewicht des Harnes stieg an, was besonders bei den an TGE erkrankten Schweinen festzustellen war, deren spez. Harn-Gewicht bis 1070 anstieg. Diese Unterschiede können durch

den verschiedenen Wirkungsmechanismus der Laxanzien bzw. durch die Pathogenese der TGE-Diarrhoe erklärt werden. Im Gegensatz zu den anderen Diarrhoen liegt bei Glaubersalz-Durchfall eine reine osmotische Diarrhoe (EWE, 1975) vor. Wasser wird im Darmlumen zurückgehalten, wodurch es infolge der verminderten Wasserresorption bei gleichzeitiger Erhöhung der Natriumabsorption durch massive Zufuhr mit dem Glaubersalz zu einer Bluteindickung kommt. Dadurch wiederum strömt Wasser aus den Zellen aus. Durch diese Zelldehydratation wird nach ULLRICH (1979) das Durstzentrum stimuliert, was Durstgefühl und vermehrte Wasseraufnahme zur Folge hat. Da bei anderen Diarrhoen nicht nur Wasser, sondern auch Elektrolyte mit verloren gehen, laufen die oben genannten Vorgänge wahrscheinlich nicht in dem Maße ab. Dem Wasserverlust durch den Durchfall wird durch verminderte Harnausscheidung und stärkere Harnkonzentrierung entgegengewirkt.

Gewichtsentwicklung

Nach Versuchsende nahmen die Schweine innerhalb 14 Tage durchschnittlich 547 g Körpergewicht pro Tag zu und entsprachen damit den Erwartungswerten (vergl. Tab. 3). Bei Aufnahme der gleichen Futtermenge war in der Durchfallperiode eine Gewichtsentwicklung bei durchschnittlich 232 g Tageszunahme (42% der Normalwerte) festgestellt worden. Die darin zum Ausdruck kommende Verschlechterung der Futterverwertung ist wahrscheinlich eine Folge der beschleunigten Passage des Magen-Darmkanals. Dadurch können die Ingesta nicht vollständig aufgeschlossen und absorbiert werden, obwohl die Absorptionskapazität ungestört ist (Maldigestion), oder die Absorptionskapazität ist vermindert (Malabsorption) wie z.B. bei der TGE infolge der Zottenatrophie, so daß unverdauter Darminhalt den Dünndarm ungenutzt verläßt (MOON, 1978).

Schlußfolgerungen

Die Versuche zur Provokation von medikamentös bedingter Diarrhoe beim Schwein haben zweierlei Schwierigkeiten zu erkennen gegeben. Moderne, in der Humanmedizin angewandte Laxanzien (Dulcolax^R, Bitulax^R) haben keine befriedigende abführende Wirkung, und auch klassische tiermedizinische Purgativa (Drastikum^R, Istizin^R, Aloe, Rizinusöl, Glaubersalz) führen erst in derart hoher Dosis zur Diarrhoe, daß ihre Applikation Schwierigkeiten bereitet. Die prompte abführende Wirkung des Glaubersalzes hat bei den experimentellen Diarrhoe-Untersuchungen den Nachteil erheblicher Einflußnahme auf die Plasma-Elektrolytkonzentration mit atypischer Auswirkung auf die Nierenfunktion, verglichen mit den Verhältnissen bei Spontandurchfall. Die Verwendbarkeit des Glaubersalzes zum Studium von Diarrhoe-Pathomechanismen ist deshalb beschränkt.

Die Versuche zur Auslösung alimentär bedingten Durchfalls mit Hilfe kohlenhydratreicher Futtermittel oder durch abrupte Futterumstellung waren erfolglos. Die Gründe dafür könnten in den günstigen Haltungsbedingungen (Wärme, Trockenheit, Einzelfütterung, mehrmalige tägliche Entmistung) zu suchen sein, die zur Unterdrückung pathogenetisch notwendiger Hilfsfaktoren (Abkühlung, Erregung, Unbehaglichkeit, intensiver Kotkontakt) führen. Ein zuverlässiges Modell zur Erzeugung alimentärer Diarrhoe konnte nicht gefunden werden.

Die Untersuchungsverfahren zur Charakterisierung von Kot-eigenschaften (KonsistenzEinstufung, Bestimmung von Trockensubstanz-Gehalt und pH-Wert, Naßsiebung, Überprüfung des Auslaufvermögens) haben ergeben, daß die Beurteilung der Konsistenz im Übergangsbereich von Normal- zu Durchfallkot mit großer Ungenauigkeit belastet ist. Die Objektivierung des TS-Gehaltes, auch mit der Feststellung des methodisch noch zu überprüfenden Kot-Auslaufvermögens, wäre klinisch hilfreich. Es hat sich weiterhin gezeigt, daß die Entwicklung von Durchfall sich durch eine Änderung des pH-Wertes

ankündigt und das Einsetzen des Durchfalls mit einer starken Zunahme des Anteils kleinster (0,063 mm) Kotpartikel einhergeht. Im Hinblick auf die Durchfallpathogenese lassen diese Feststellungen auf eine Änderung der Dickdarmflora, die an der Zerkleinerung des aufgenommenen Futters (Pellets) beteiligt sein könnte, schließen.

Bei der Überprüfung der Futterdurchgangszeiten mit Hilfe von Methylenblau zeigte die Passagedauer laxierender Schweine nur nach Aloe-Anwendung eine Verlangsamung und Verlängerung der Ausscheidung an. Die in allen übrigen Fällen gemessene Beschleunigung und Verkürzung der Durchgangszeit spricht für eine Beteiligung der Peristaltiksteigerung als Bestandteil der Diarrhoe-Mechanismen.

Anhand der in der vorliegenden Arbeit erhobenen Befunde läßt sich der Durchfall des Schweines definieren als eine Verdopplung der innerhalb 24 Stunden abgesetzten Kotmenge mit Rückgang des TS-Gehaltes auf unter 15%. Dabei verschiebt sich ebenfalls die Tag- und Nachtkotmenge zugunsten des nächtlichen Kotabsatzes. Der Ausgleich des Flüssigkeitsverlustes erfolgt in erster Linie durch Verminderung der Harnproduktion.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendbarkeit von 3 mm großen Glasperlen zur Ermittlung der Futterdurchgangszeit wurde untersucht. Diese Glasperlen sind dafür nicht geeignet.

Versuche bei Schweinen mit diätetischen und medikamentellen Mitteln künstlich Durchfall auszulösen, waren nur mit Glaubersalz, Aloe und Rizinusöl erfolgreich.

In 3 Hauptversuchen wurden diese Mittel eingesetzt, sowie 2 Infektionsversuche mit E. coli und TGE-Virus durchgeführt. Die Schweine sind in Käfigen gehalten worden, die ein getrenntes Auffangen von Harn und Kot ermöglichten. Folgende Parameter wurden zuerst bei den gesunden Schweinen, dann nach Auslösen des Durchfalls untersucht:

Futterdurchgangszeit, Kot-TS-, Kotwassergehalt, Kot-pH-Wert, Kotkonsistenz, Kotmenge, Auslaufvermögen des Kotes auf Fließpapier, Partikelgröße des Kotes, Wasserverbrauch, Harnmenge, spez. Gewicht des Harnes, tägl. Zunahme. Kot-TS und pH-Wert wurden auch bei Schweinen ermittelt, die spontan an Durchfall erkrankt waren.

Die Ergebnisse sind wie folgt zusammenzufassen:

1. Die selbst angefertigten Käfige waren für das getrennte Auffangen von Harn und Kot gut geeignet.
2. Die Futterdurchgangszeit war bei Durchfall nicht immer beschleunigt. Beginn und Ende der Indikатораusscheidung waren bei Aloeabgabe verzögert, bei Glaubersalz, Rizinusöl und TGE vorverlegt.
3. Der Kot-TS-Gehalt der gesunden Schweine betrug durchschnittlich 26,2%. Bei Durchfall wurden Werte unter 6% erreicht. Durchfall beginnt bei ca. 18 - 15% Kot-TS.
4. Der Kot-pH-Wert gesunder Schweine war meist schwach alkalisch, nach Abführmittelgabe wechselte er bereits vor Durchfallbeginn in den sauren Bereich. An Diarrhoe erkrankte Tiere hatten vorwiegend saure Kot-pH-Werte.
5. Die makroskopisch beurteilte Kotkonsistenz läßt nur ungenaue Aussagen über den tatsächlichen Kot-TS-Gehalt zu.

6. Die Schweine mit Durchfall setzten die 2,2-fache Menge der Normalmenge Kot ab. Die nächtliche Kotmenge nahm stark zu.
7. Die Korrelation zwischen Kot-TS-Gehalt und Kot-Auslaufvermögen ist so eng, daß die Messung der Kot-Feuchtfläche als Verfahren zur Bestimmung der TS eingeführt werden könnte.
8. Mit fallendem Kot-TS-Gehalt nahm auch die Partikelgröße des Kotes ab.
9. Nach Glaubersalz-Anwendung waren der Wasserverbrauch und die Harnmenge größer als in der Normalperiode. Das spez. Gewicht des Harnes sank ab. Bei allen anderen Versuchen nahmen die Schweine mit Durchfall weniger Wasser auf und setzten weniger Harn höherer Konzentration ab.
10. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Schweine waren bei Durchfall um über die Hälfte niedriger als während der Normalperiode.

Summary

The applicability of glass beads with a diameter of 3 millimetre for determination of the passage time of the feed was examined. These glass beads are not suitable for this purpose.

Experiments with pigs to produce diarrhoea artificially with the aid of dietary and medicinal media, were successful only with the aid of Glauber's salt, aloe and castor oil.

Three main experiments were made with these media, and two infection experiments were made with E. coli and TGE-virus. The pigs were kept in cages which made it possible to collect urine and faeces separately. The following parameters were examined first with the healthy pigs and then after producing diarrhoea: Passage time of the feed, faeces dry matter-, faeces water content, faeces-pH-value, faeces consistency, faeces quantity, capacity of running out of faeces on blotting-paper, size of faeces particles, water consumption, urine quantity, specific weight of urine, daily growth. Dry matter and pH-value were also determined on pigs which were taken ill with diarrhoea spontaneously.

The following results were obtained:

1. The self-made cages suited well for collecting the urine and faeces separately.
2. The passage time of the feed was not always accelerated by diarrhoea. Beginning and end of indicator excretion were delayed with aloe and advanced with Glauber's salt, castor oil and TGE.
3. The dry matter content of faeces of healthy pigs was 26,2 % on average. By diarrhoea data below 6 % were achieved. Diarrhoea begins at about 18 - 15 % faeces dry matter content.
4. The pH-value of healthy pigs was in most cases lightly alkaline. After the pigs were given purgatives it changed to acid even before diarrhoea started. Animals affected by diarrhoea had acid pH-values of faeces in most cases.
5. On grounds of the faeces consistency makroskopically judged

only inexact statements can be made about the real dry matter content of faeces.

6. The ^{pigs} affected by diarrhoea excreted more than double of the normal faeces quantity. The nightly faeces quantity increased considerably.
7. The correlation between dry matter content of faeces and capacity of running out of faeces on blotting-paper is so close, that measurement of the moisture space of faeces could be introduced as a method for determination of dry matter content.
8. According to the dropping dry matter content of faeces the particle size of faeces also decreased.
9. After application of Glauber's salt the water consumption and the urine quantity were greater than in the normal period. The specific weight of the urine dropped. In all other experiments the pigs with diarrhoea took in less water and excreted less urine of higher concentration.
10. The average daily growths of the pigs with diarrhoea were by over a half lower than during the normal period.

5. LITERATURVERZEICHNIS

ARGENZIO, R.A. (1978)

Physiology of Diarrhea - Large Intestines.

J. Am. Vet. Med. Ass., 173, 667-672

BÄHR, K.H. und W. SCHULZE (1972)

Gastroenteritiden beim Schwein.

Tierärztl. Umschau, 27, 155-162

BERTSCHINGER, H.U., H. JUCKER and H.P. PFIRTER (1979)

Control of Escherichia coli infection in weaned pigs by use of oral immunization combined with diet low in nutrients.

Fortschritte der Vet. Med., 29, 73-81

BIESTER, R. (1932)

Der Einfluß der körperlichen Bewegung auf den Durchgang der Nahrung durch den Magen-Darmkanal bei Hund und Ratten.

Arch. Tierernähr. Tierz., 7, 109-142

BINDER, H.J. and C.L. RAWLINS (1973)

Effect of conjugated dihydroxy bile salts on electrolyte transport in rat colon.

J. Clin. Invest., 52, 1460-1466

BLAXTER, K.L. and W.A. WOOD (1953)

Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhoea in calves.

Vet. Rec., 65, 889-892

BOLLWAHN, W., R.G. HESS, A. POSPISCHIL, K. HEINRITZI und P.A. BACHMANN (1981)

Klinische und epidemiologische Aspekte der Epizootischen Virusdiarrhoe (EVD).

Fortschritte der Vet. Med., 35, 91-100

- CASTLE, E.J. and M.E. CASTLE (1956)
The rate of passage of food through the alimentary tract of pigs.
J. Agric. Sci., 47, 196-203
- CASTLE, E.J. and M.E. CASTLE (1957)
Further studies of the rate of passage of food through the alimentary tract of pigs.
J. Agric. Sci., 49, 106-112
- COMBERG, G. (1978)
Schweinezucht
Verlag Ulmer, Stuttgart
- COOPER, P.H. and C. TYLER (1959)
Some effects of bran and cellulose on the water relationship in the digesta and faeces of pigs.
J. Agric. Sci., 52, 348-351
- DROCHNER, W., A.S. HAZEM, H. MEYER und Fr. W. RENSMANN (1978)
Praktische Versuche mit Modellstudien zur Pathogenese nutritiv bedingter Diarrhoen beim Ferkel.
Fortschritte der Vet. Med., 28, 220-225
- EISMANN, U. (1975)
Untersuchungen über den Einfluß von Ballaststoffen (Holzschliff, Kaolinit) auf Gewichtsentwicklung und Kotkonsistenz bei Ferkeln.
Vet. Med. Diss., Hannover
- ELLENBERGER und V. HOFMEISTER (1886)
Ueber die Aufenthaltszeiten der aufgenommenen Nahrung im Darmkanal der Schweine und die Reaktionsverhältnisse des Darminhalts dieser Thiere.
Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilkunde, 12, 271-276

ENTRINGER, R.P., M.P. PLUMLEE, J.H. CONRAD, T.R. CLINE and
SHIRLEY WOLFE (1975)

Influence of diet on passage rate and apperent
digestibility by growing swine.

J. Animal Sci., 40, 486-494

EWE, K. (1975)

Pathogenese der Diarrhoe.

Medizinische Klinik, 70, 1408-1416

FIEDLER, E. (1978)

Mastbetriebe

in: COMBERG, G. (1978), S.376-448

FORDTRAN, J.S. (1967)

Speculations on the pathogenesis of diarrhea.

Federation Proc., 26, 1405-1414

FORTH, W., J. BALDAUF und W. RUMMEL (1963)

Ein Beitrag zur Klärung des Wirkungsmechanismus
einiger Laxantien.

Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Path. Pharmak.,
246, 91-92

FORTH, W. und W. RUMMEL (1977)

Laxantien.

in: FORTH, W., D. HENSCHLER und W. RUMMEL (Hrsg.)
Allgemeine u. spezielle Pharmakologie und Toxiko-
logie. 2. Aufl. Bibliographisches Institut,
Mannheim; S. 276-281

FORTH, W., W. RUMMEL und H. GLASNER (1964)

Zur resorptionshemmenden Wirkung von Gallensäuren.

Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Path. Pharmak.,
247, 382-383

FORTH, W. W. RUMMEL und J. BALDAUF (1966)

Wasser- und Elektrolytbewegungen am Dünn- und Dickdarm unter Einfluß von Laxantien, ein Beitrag zur Klärung ihres Wirkungsmechanismus.

Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmak. u. exp. Path., 254, 18-32

FRÖHNER, E. und R. REINHARDT (1950)

Lehrbuch der Arzneimittellehre für Tierärzte,
18. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart.

GISSLER, H. (1981)

BayWa AG, Versuchsanstalt für Tierernährung, Hohenkammer.

Persönliche Mitteilung

GRÜNDLER, E. (1911)

Klinische Beiträge über die Kotmengen bei den Haustieren.

Vet. Med. Diss., Gießen

GUGGENBICHLER, J.P. und G.B. STICKLER (1975)

Alte und neue Erkenntnisse zu den Durchfallerkrankungen im Kindesalter.

Infektion, 2, 189-201

HESS, R.G. (1978)

Virusbedingte Magen-Darm-Erkrankungen des Schweines
Prakt. Tierarzt, 59, 786-788

HILL, H. (1976)

Die Verdauung

in: SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN, Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, 6. Aufl., Verlag Parey, Berlin, Hamburg. S. 93-187

JOHANNSEN, U. (1976)

Untersuchungen zur Pathologie und Pathogenese der
Koliruhr/ Kolidiarrhoe der Saugferkel.

Arch. exper. Vet. med., 30, 709-725

KÖHLER, E.M. (1972)

Pathogenesis of neonatal enteric colibacillosis
of pigs.

J. Am. Vet. Med. Ass., 160, 574-581

KÖHLER, E.M. and R.F. CROSS (1969)

Studies of E. coli in gnotobiotic pigs.

VI. Effects of feeding bacteria free filtrates of
broth cultures.

Can. J. Com. Med., 33, 173-177

KRUSIC, L. (1978)

Physikalisch-chemische Untersuchungen des Kotes
gesunder und kranker Rinder (unter Berücksichtigung
der diagnostischen Verwertbarkeit der Befunde).

Vet. Med. Diss., Hannover

LAWRENCE, T.L.J. (1972)

A review of some effects on health and performance
of variations in the physical form of the diet of the
growing pig.

Vet. Rec., 91, 67-70

LEDINEK, M (1970)

Untersuchungen über die Beteiligung von Mikro-
organismen am Verdauungsstoffwechsel des Schweines
bei Fütterung roher und gedämpfter Kartoffeln.

Vet. Med. Diss., München

LENKEIT, W. (1930)

Die Durchgangszeiten der Nahrung und der Verlauf
der Ausscheidung durch den Verdauungskanal der
Schweine.

Arch. Tierernähr. Tierz., 5, 376-384

LENKEIT, W. (1932)

Die Durchgangszeiten des Futters durch den Verdauungskanal der Haustiere, der quantitative Verlauf der Ausscheidung und die motorische Darmfunktion.

Berl. Tierärztl. Wochenschr., 48, 17-22

LENKEIT, W. und R. HARECK (1930)

Zur Bestimmung der Durchgangszeit der Nahrung durch den Verdauungskanal verschiedener Tiere.

Arch. Tierernähr. Tierz., 2, 517-522

LEWIS, L.D. and R.W. PHILLIPS (1972)

Water and electrolyte losses in neonatal calves with acute diarrhea. A complete balance study.

Cornell. Vet., 62, 596-607

MANGOLD, E. und G. BEHM (1954)

Der Einfluß des Rohfasergehaltes im Futter auf die Durchgangszeiten beim Schwein.

Arch. Tierernähr. Beiheft 5, 10-22

MEYER, H. (1978)

Fütterung der Zuchttiere und Ferkel.

in: COMBERG, G. (1978), S. 343-373

MEKHJIAN, H.S., S.F. PHILLIPS and A.F. HOFMANN (1971)

Colonic secretion of water and electrolytes induced by bile acids: Perfusion studies in man.

J. clin. invest., 50, 1569-1577

MOON, H.W. (1978)

Mechanismus in the pathogenesis of diarrhea: A review.

J. Am. Vet. Med. Ass., 172, 443-448

PENSAERT, M. (1976)

Pathogenese und Immunität bei der Transmissiblen
Gastroenteritis der Schweine.

Tierärztl. Umschau, 31, 535-542

PHILLIPS, S.F. (1972)

Diarrhea: A. current view of the pathophysiology.

Gastroenterol., 63, 495-517

PLONAIT, H. (1980)

Magen-Darmerkrankungen

in: SCHULZE, W., K. BICKHARDT, W. BOLLWAHN,

G. v. MICKWITZ und H. PLONAIT, (Hrsg.): Klinik der
Schweinekrankheiten, Verlag Schaper, Hannover,

S. 143-179

RENSMANN, F.W. (1976)

Zur Bedeutung wechselnder Rohfaser- und Stärke-
mengen im Futter für den Gehalt an Trockensubstanz,
flüchtigen Fettsäuren, Milchsäure und Ammoniak im
Kot von Ferkeln.

Vet. Med. Diss., Hannover

RICHTER, K. und B. BUSCH (1970)

Prüfung von Rationen mit unterschiedlichem Energie-,
Rohfaser- und Wassergehalt an graviden Sauen hin-
sichtlich Verdaulichkeit und Durchgangszeiten.

Arch. Tierernähr. 20, 679-686

RIKLIN, M. (1973)

Untersuchungen über den Einfluß von Strukturele-
menten im Futter auf Verdauung, Peristaltik und
Kotkonsistenz beim Hund.

Vet. Med. Diss., Hannover

RUTTER, J.M. (1975)

Escherichia coli infections in piglets. Pathogenesis, virulence and vaccination.

Vet. Rec., 96, 171-175

SCHNEIDERHEINZE, J. (1910)

Über die Aufenthalts- und Durchgangszeiten der Nahrung bzw. ihrer Reste im Magen-Darmkanal, speziell im Magen des Schweines.

Vet. Med. Diss., Bern

SCHORK, W. (1982)

Hämatologisch-metabolische Blutuntersuchungen beim Durchfall des Schweines.

Vet. Med. Diss., München (im Druck)

SEERLEY, R.W., E.R. MILLER and J.A. HOEFER (1962)

Rate of food passage studies with pigs equally and ad libitum fed meal and pellets.

J. Animal Sc., 21, 834-837

SILVA SERRANO, H.R. (1974)

Untersuchungen über die grobsinnliche Beschaffenheit, den Feuchtigkeitsgehalt und den Zerkleinerungsgrad des Kotes bei klinisch gesunden sowie bei an Reticuloperitonitis traumatica oder an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Rindern.

Vet. Med. Diss., Hannover

ULLRICH, K.J. (1979)

Wasserhaushalt

in: KEIDEL, W.D. (Hrsg.): Physiologie, 5. Aufl.

Verlag Thieme, Stuttgart, Kap. 11

VOGEL, G. und K. GÄRTNER (1976)

Physiologie der Niere; Wasser- und Elektrolythaushalt.

in SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, 6. Aufl. Verlag Parey, Berlin, Hamburg, S. 675-709

WEIJERS, H.A. and J.H. van die KAMER (1962)

Diarrhea caused by deficiency of sugar splitting enzymes II.

Acta paediatrica, 51, 371

Zit. nach GUGGENBICHLER, J.P. und G.B. STICKLER (1975)

WEIJERS, H.A. and J.H. van de KAMER (1965)

Alteration of intestinal bacterial flora as a cause of diarrhoea.

Nutrition abstracts and reviews, 35, 591-604

WHIPP, S.C. (1978)

Physiology of diarrhea - Small intestines.

J. Am. Vet. Med. Ass., 173, 662-666.

Herrn Prof. Dr. W. Bollwahn möchte ich vielmals für die Überlassung des Themas und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes danken.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. Heinritzi für die jederzeit bereitwillige Unterstützung der Arbeit.

Besonders bedanke ich mich bei Herrn Dr. Baljer und Herrn Dr. Hess vom Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin der Tierärztlichen Fakultät der Universität München für die Bereitstellung des Infektionsmaterials.

Lebenslauf

Am 26. 1. 1953 wurde ich als Sohn des Glasmachers Josef Schorn und seiner Ehefrau Katharina, geb. Löffler, in Kehlbach, Kreis Kronach geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1959 bis 1965.

Das Abitur legte ich 1974 am Franz-Ludwig-Gymnasium in Bamberg ab.

Nach meinem Wehrdienst bei der Bundeswehr begann ich 1975 das Studium der Veterinärmedizin, das ich im Herbst 1980 mit dem Staatsexamen beendete.

Seit Dezember 1980 bin ich mit der Anfertigung dieser Arbeit beschäftigt.

